



**CNR IAMC – Istituto per
l'Ambiente Marino Costiero**



**CNR ISMAR – Istituto di
Scienze Marine**

MedOcc07-MedCO07

- Rapporto Campagna -

05 – 29 ottobre 2007



**Consiglio Nazionale
delle Ricerche**



Università di Firenze



**Ente Nazionale
Energia e Ambiente**



Università della Toscana



**Istituto Nazionale
di Fisica Nucleare**

Edited by M. Borghini (ISMAR-CNR La Spezia)

A. Ribotti (IAMC-CNR Oristano)

INDICE

INDICE	3
DETTAGLI DELLA CAMPAGNA	5
PERSONALE SCIENTIFICO IMBARCATO	6
<i>CNR-IAMC</i>	6
<i>CNR-ISMAR</i>	6
<i>UNIVERSITA' DI FIRENZE</i>	6
<i>UNIVERSITA' DELLA TUSCIA</i>	6
<i>INFN</i>	6
<i>ENEA</i>	6
1. OBIETTIVI SCIENTIFICI	7
2. CONOSCENZE SCIENTIFICHE PREGRESSE	8
2.1 <i>Descrizione generale</i>	8
2.1.1 Caratteristiche idrodinamiche principali nelle aree studiate	10
3. PIANO DI CAMPIONAMENTO	12
5. OPERAZIONI DI BORDO	19
5.1 <i>Stazioni CTD</i>	19
5.2 <i>XBT</i>	19
5.3 <i>Nutrienti</i>	20
5.4 <i>LADCP</i>	21
5.5 <i>PrimProd 1.08</i>	21
5.6 <i>Misure con fotosonda Idronaut e spettroradiometro LI-COR LI-1800UW</i>	22
5.7 <i>Misure con Safire SAF0117 e AC-9 AC90193</i>	23
5.8 <i>Misura di parametri bio-ottici utilizzando il profilatore PUV Biospherical 510B</i>	24
Misure di PAR e fluorescenza naturale da clorofilla a.	24
5.9 <i>Avvistamento cetacei ed altri animali marini</i>	24
5.10 <i>Altre operazioni a bordo</i>	25
6. RISULTATI PRELIMINARI	26
6.1 <i>Condizioni meteo-marine</i>	26
6.2 <i>Idrologia</i>	26
6.2.1 <i>Mar Ionio occidentale</i>	26
6.2.2 <i>Mar Mediterraneo centrale</i>	27
6.2.3 <i>Bacino algerino e transetto Sardegna - Baleari</i>	30
6.2.4 <i>Mare Balearico e Golfo del Leone</i>	33
6.2.5 <i>Transetto S.Remo – Corsica e stazione DYFAMED</i>	34
6.2.6 <i>Alto Tirreno</i>	37
6.3 <i>Catene correntometriche</i>	39
6.3.1 <i>Mar Ionio occidentale</i>	39
6.3.2 <i>Stretto di Sicilia</i>	43
6.3.3 <i>Canale di Corsica</i>	46

6.4 XBT.....	50
6.5 Proprietà ottiche delle masse d'acqua mediterranee in relazione alla biomassa autotrofa e alla composizione dei popolamenti fitoplanctonici.....	53
6.6 Stima della produzione primaria mediante fluorimetro a doppio impulso.....	60
Cenni sul Modello semi-empirico Phyto VFP	60
Risultati preliminari.....	60
RINGRAZIAMENTI.....	63

Dettagli della campagna

NOME	<i>MedOcc07-MedCO073</i>
DATE	<i>5 – 29 OTTOBRE 2007</i>
AREA DI STUDIO	<i>MAR IONIO OCCIDENTALE STRETTO DI SICILIA BACINO LIGURO-ALGERO-PROVENZALE MAR TIRRENO CANALE DI SARDEGNA MAR BALEARICO GOLFO DEL LEONE</i>
RICHIEDENTE NAVE	<i>A. PERILLI - CNR-IAMC</i>
CAPO MISSIONE	<i>TECNICO: MIRENO BORGHINI, CNR-ISMAR SCIENTIFICO: ALBERTO RIBOTTI CNR-IAMC</i>
ISTITUTI PARTECIPANTI	<i>CNR – IAMC CNR – ISMAR INFN ENEA UNIVERSITA' DI FIRENZE UNIVERSITA' DELLA TUSCIA</i>
NAVE DA RICERCA	<i>URANIA</i>
PORTO DI PARTENZA	<i>NAPOLI</i>
PORTO DI ARRIVO	<i>NAPOLI</i>

Personale scientifico imbarcato

CNR-I AMC

Località Sa Mardini
09072 Torregrande-Oristano
Italia
tel: +39.0783.22027
fax: +39.0783.22002

Ribotti Alberto	Ricercatore
Fazioli Leopoldo	Ricercatore
Pantaleoni Francesca	Ricercatrice

CNR-I SMAR

Sezione La Spezia
c/o ENEA-Santa Teresa
I-19036 Pozzuolo di Lerici (SP)
tel: +39.0187.978300
fax: +39.0187.970585

Borghini Mireno	Tecnico
Bacciola Domenico	Tecnico
Oliva Ida	Ricercatrice
Sparnocchia Stefania	Ricercatrice

Sezione Talassografico
viale Romolo Gessi 2
34123 Trieste, Italia
tel. +39 040 305617
fax: +39.040 308941

UNI VERSI TA' DI FIRENZE

Via P.A. Micheli, 1
50121 Firenze
Italia
tel. +39.055.2757391
fax. +39.055.282358

Polonelli Francesca	Ricercatrice
Melillo Chiara	Ricercatrice
Organelli Emanuele	Ricercatore
Fani Fabiola	Ricercatrice
Pierattini Irene	Ricercatrice

UNI VERSI TA' DELLA TUSCIA

Via S.Camillo de Lellis, s.n.c.
01100 Viterbo
Italia
tel: +39.0761.357.390
fax: +39.0761.357.389

Puppini Alessandro	Dottorando
Galasso Nicola	Studente
Tenti Luca	Studente
Dabbeni Iacopo	Studente

I NFN

Viale A. Doria, 6 (Cittadella Universitaria)
95125 Catania, Italia
tel: +39. 095 378 5111 fax: +39.095 378 5231

Platania Fabio	Tecnico
----------------	---------

ENEA

ENEA-ACS ClimMed
Forte Santa Teresa, 19036 Pozzuolo di Lerici (SP)
tel: +39.0187.978204 fax: +39.0187273

Reseghetti Franco	Ricercatore
-------------------	-------------

1. Obiettivi scientifici

Questo rapporto presenta i risultati preliminari ottenuti durante la campagna oceanografica MedOcc07-MedCO07, effettuata dal 5 al 29 ottobre 2007, a bordo della nave oceanografica R/V URANIA nei bacini centrale e occidentale del Mediterraneo.

La campagna è stata pianificata per raggiungere i seguenti obiettivi:

1. Proprietà delle masse d'acqua e strutture biologiche

Per definire i principali percorsi della circolazione e le proprietà fisico-chimico-biologiche (temperatura, salinità, ossigeno, nutrienti, clorofilla, fitoplancton, produzione primaria, ecc) delle masse d'acqua superficiale, intermedia e profonda nel Mediterraneo centrale (mar Ionio occidentale e Stretto di Sicilia) e occidentale (mar Tirreno, bacino Liguro-Algero-Provenzale, Mar Balearico, Golfo del Leone) attraverso misure lungo sezioni chiave localizzate all'interno ed agli estremi del bacino. Verifica della diffusione delle nuove acque individuate nelle campagne effettuate dal 2005 nelle stesse aree;

2. Verifica di modelli numerici

Per verificare il corretto funzionamento di tre modelli numerici della circolazione implementati presso l'IAMC-CNR di Oristano (SCRM e WMRM) e presso l'ISMAR-CNR di La Spezia (box model). I modelli dell'IAMC-CNR di Oristano sono inoltre modelli operativi in quanto forniscono previsioni quotidiane per 5 giorni dei principali parametri oceanografici (temperatura, salinità, flussi di acqua e calore alla superficie, correnti, onde).

3. Sviluppi metodologici

- misura di profili di velocità mediante Lowered ADCP;
- misura di profili di temperatura mediante XBT T5 e T7;
- effettuare la manutenzione periodica di catene strumentate ancorate nel Mar Ionio occidentale, Stretto di Sicilia, Canale di Corsica;
- comparare diversi metodi di quantificazione della clorofilla e calibrare il fluorimetro accoppiato con la sonda multiparametrica mediante diverse tecniche fotochimiche.

2. Conoscenze scientifiche pregresse

2.1 Descrizione generale

Il Mar Mediterraneo è un mare semi chiuso a medie latitudini. Alcuni processi fondamentali per la circolazione generale degli oceani (es. formazioni di acque dense), avvengono o dipendono da tale mare. Le acque salate in Atlantico, che escono dal Mediterraneo, possono influenzare i processi di formazione delle acque, la variabilità ed anche lo stato di equilibrio della circolazione termoalina globale, un meccanismo per mezzo del quale vengono scambiate ingenti quantità di calore dentro e tra i bacini. La circolazione termoalina globale ha un ruolo fondamentale nel contribuire alla stabilizzazione del sistema climatico. La circolazione del Mediterraneo, e quindi nel bacino occidentale, è forzata dallo stress del vento, dalle forze di galleggiamento generate dai flussi di calore e di acqua dolce all'interfaccia aria mare. La geografia del Mediterraneo occidentale è molto complicata con una morfologia del fondo, una distribuzione delle coste molto complessa, ed una molteplicità di isole, stretti, canali ed aperture. Gli scambi tra i vari bacini dipendono dalla morfologia di tali stretti, canali ed aperture. A causa della complessa topografia e geometria e dell'elevata variabilità nei forzanti esterni, il tempo di risposta delle masse d'acqua e le scale di variabilità spaziale e temporale delle correnti sono molto minori rispetto a quelle oceaniche. Il tempo di ricircolazione delle particelle, immerse nelle aree di formazione delle acque profonde, è dell'ordine di un centinaio di anni a scala mediterranea, una scala climatica assai corta se confrontata con le scale temporali dei millenni dell'Atlantico. La visione generale che ne emerge è quella di un sistema climatico del Mediterraneo in continua interazione con l'atmosfera che memorizza l'informazione dei cambiamenti all'interfaccia aria-mare e di modifica delle correnti alle profondità abissali. Questo permette al Mediterraneo, e quindi al bacino occidentale, di “reagire” molto velocemente ai cambi di forzatura atmosferica e quindi di essere un “sensore” del clima terrestre nella sua accezione più completa. Lo studio del funzionamento degli ecosistemi marini e la loro risposta a forzanti esterni risulta inoltre controverso in quanto molto complesso. Le caratteristiche idrologiche delle differenti masse d'acqua si comportano in maniera differenziata a seconda della profondità e della posizione geografica con diverse modificazioni in atto. Negli ultimi trenta anni sono stati osservati due distinti comportamenti: un costante aumento della temperatura e della salinità negli strati profondi ed intermedi del Mediterraneo occidentale ed una più complicata variabilità nel bacino orientale, seguita dal transiente climatologico. Ciò che è certo invece è che nei primi anni 90' nel bacino orientale è

stato osservato un fenomeno che, data la sua imponenza e velocità, può essere catalogato come uno di quegli eventi, caratterizzati da una forte discontinuità: il cosiddetto transiente climatologico. Questo transiente mostra come il collasso di un sistema apparentemente stabile può avvenire in maniera improvvisa. In pochi anni la struttura verticale del bacino si è completamente modificata. Le possibili cause del transiente climatologico nel bacino est sono state ampiamente descritte nella letteratura specializzata (Malanotte-Rizzoli et al., 1999; Demirov and Pinardi 2002, Rupolo et al, 2003). Questa anomalia ha iniziato a propagarsi nel bacino occidentale (Schroeder et al., 2006; Schroeder et al., 2007). Al momento attuale è difficile prevedere gli effetti di tale anomalia nel Mediterraneo occidentale anche se i lunghi tempi di percorrenza delle acque intermedie nel bacino ovest probabilmente contribuiranno ad assorbirla attenuandone gli effetti. Viceversa l'occorrenza di tale fenomeno ha evidenziato una volta di più come gli equilibri di un sistema complesso possano essere fortemente modificati anche da piccole variabilità di una sua componente. L'estensione temporale dei dati analizzati non permette di capire se queste oscillazioni siano caratteristiche di uno stato naturale del bacino o viceversa se rappresentino una situazione anomala.

La campagna rientrava in una strategia per il monitoraggio periodico di questo nuovo regime idrodinamico al fine di valutare i trend delle caratteristiche idrodinamiche e biogeochimiche delle acque lungo la colonna d'acqua e le loro variabilità inter-annuali. Per questo le campagne sono ripetute a cadenza annuale. Inoltre sono state analizzate le anomalie biogeochimiche N/P e la differenza tra le variabili biogeochimiche a nord e a sud del bacino avente due diversi regimi idrodinamici.

Nell'area è inoltre operativo un modello idrodinamico regionale che fornisce la previsione dello stato del mare del Mediterraneo occidentale a 5 giorni aggiornato giornalmente. Tali campagne sono anche mirate alla calibrazione e validazione di tale modello di circolazione a scala di bacino. Studi comparati con dati in situ, da satellite e risultati del modello saranno utilizzati per valutare la variabilità interannuale della dinamica a scala di bacino. Inoltre saranno utilizzati per studiare i meccanismi che regolano e modulano la distribuzione della clorofilla in processi a mesoscala.

Infine tale campagna è stata realizzata nel bacino Algero-Provenzale (Canale di Sardegna, bacino Algero-Liguro-Provenzale, Mare Balearico e Golfo del Leone) in quanto studi pregressi hanno mostrato come tale area rappresenti una regione cruciale per comprendere gli scambi tra i vari sotto-bacini del Mediterraneo (Santinelli et al, 2006; Puillat et al., 2006; Ribotti et al., 2004, Schroder et al., 2006). La regione è interessata da due diversi regimi idrodinamici, guidati principalmente dal vento a nord e dalle strutture a mesoscala,

principalmente vortici anticiclonici dovuti alle instabilità della corrente algerina a sud che giocano un ruolo chiave nel distacco della LIW in mare aperto (Ribotti et al., 2004).

La presente campagna è collegata strettamente con le precedenti campagne Medgoos (2000-2006), le campagne MedOc (2005-2006) e MedBio (2006) in cui sono stati analizzati i trend zonali delle caratteristiche idrodinamiche e biogeochimiche delle masse d'acqua nel bacino occidentale.

Il lavoro è stato svolto in stretto contatto con il CNR-ISMAR e l'ENEA di La Spezia per lo studio dell'idrodinamica e con le Università di Firenze, Tuscia e Genova per l'aspetto biologico. INFN e CNR-ISMAR di Trieste hanno invece curato il lavoro nell'ambito della collaborazione con il progetto europeo KM3 nell'area dello Ionio occidentale.

2.1.1 Caratteristiche idrodinamiche principali nelle aree studiate

Il **Mediterraneo Centrale** (Canale di Sardegna, Canale di Sicilia) è caratterizzato da una topografia del fondo assai complicate che influisce direttamente sugli scambi di acqua fra i due bacini mediterranei (mar Mediterraneo orientale e occidentale). Nel Canale di Sardegna la profondità della soglia è a circa 1900 m. Questo permette lo scambio di acque profonde nel Mediterraneo occidentale. Lo Stretto di Sicilia è invece caratterizzato da due stretti passaggi il più profondo dei quali è di circa 430m imponendo forti limiti sugli scambi con il Mediterraneo orientale. Oltre a queste due soglie, una vasta area poco profonda al largo della Tunisia (banco Scherchi) risulta essere un'ulteriore ostacolo al collegamento diretto fra le masse d'acqua dei due bacini.

A est del Canale di Sicilia troviamo il **bacino Ionico** dove la corrente superficiale di Acqua Atlantica qui prende il nome di corrente Ionico-Atlantica che attraversa il bacino ionico ad una latitudine di circa 36° N dividendo lo Ionio in due parti: in quella settentrionale troviamo il *Giro Ciclonico dello Ionio occidentale* mentre in quella a sud troviamo uno o più giri di tipo anticiclonico. Al di sotto, l'acqua intermedia si biforca in un ramo verso nord attraverso lo Stretto di Otranto e uno al centro dello Ionio per poi dirigersi verso il Canale di Sicilia.

Collegato sia con il Mediterraneo occidentale che con quello orientale è il **mare Tirreno**, un bacino intermedio la cui parte meridionale è collegata al Mediterraneo centrale tramite un canale poco profondo che permette il passaggio anche alla LIW (*Levantine Intermediate Water*) ed alla tEMDW (*transitional Eastern Mediterranean Deep Water*) che, sprofondando all'ingresso del mar Tirreno, origina la TDW che andrà a posizionarsi al di sopra della WMDW. La Sezione Sicilia-Sardegna è principalmente formata da due canali principali con un'ampia piana intermedia. Il più profondo, nella sua parte centrale, collega direttamente il

mar Tirreno al Canale di Sardegna ed al resto del Mediterraneo occidentale. Attraverso esso passano tutte le masse d'acqua che compongono la colonna dalla superficie al fondo, dall'acqua superficiale all'intermedia a quelle profonde (TDW e WMDW)..

Il **bacino Liguro-Algero-Provenzale** va dall'Algeria a sud al Golfo del Leone a nord al Golfo di Genova a nord est. E' dinamicamente distinguibile in due aree a diversa dinamica separate dalla congiungente Oristano con le Baleari lungo il 40°N e da un diverso tipo di batimetria tra l'area provenzale e il Golfo di Genova. Per semplicità distingueremo in base alla morfo-batimetria in bacino Algero-Provenzale e in bacino Liguro-Provenzale.

Il **bacino Algero-Provenzale**, dall'Algeria al Golfo del Leone, caratterizzato da una piana abissale di oltre 2500 m, è attraversato dall'acqua atlantica (AW) proveniente dallo stretto di Gibilterra che si mescola con l'acqua mediterranea formando la MAW (*Modified Atlantic Water*). Tale flusso muove verso est (*Corrente Algerina*) lungo la costa nord-africana assumendo un andamento meandriforme a causa della topografia della costa i cui meandri occlusi danno origine a vortici ciclonici ed anticiclonici (questi detti AEs – *Algerian Eddies*) di dimensioni che vanno dai 50 ai 200 km di diametro ed una vita che va da pochi giorni a qualche mese. Tali vortici si spostano verso est andando verso il Canale di Sardegna, ma a causa delle batimetrie estremamente basse, i vortici profondi (fino a 1000 m) rimangono confinati nel bacino occidentale circolando in senso antiorario nella parte centro meridionale del bacino Algero-Provenmzale, mentre una gran parte di masse d'acqua atlantica attraversano lo Stretto di Sicilia gettandosi nel bacino orientale.

Il **bacino Liguro-Provenzale** è caratterizzato a ovest dalla parte nord del bacino algero-provenzale e quindi da una piana abissale di oltre 2500m per includere ad est il Golfo di Genova. E' attraversato in superficie da un flusso di MAW che prende il nome di *corrente settentrionale*. Questa è prodotto del congiungimento del flusso di acqua superficiale proveniente dal mar Tirreno attraverso il Canale di Corsica e la *corrente occidentale corsa*.

Riassumendo, l'area di studio risulta essere un sistema molto complesso anche con condizioni climatiche estreme nella sua parte settentrionale a quasi clima sub-tropicale in quella meridionale. Inoltre nel suo interno, il Mediterraneo centrale, è presente una delle aree più produttive di tutto il Mediterraneo con la più vasta comunità di mammiferi marini e di pesci.

Ulteriori aspetti interessanti riguardano le proprietà idrologiche (temperatura e salinità) degli strati profondo e intermedio, che hanno presentato un trend positivo per alcune decadi. Le ragioni di questo trend non sono ancora note.

Un aumento delle conoscenze di tutti questi aspetti contribuirà ad una maggiore comprensione del ruolo e del funzionamento del mare Mediterraneo.

3. Piano di campionamento

La tabella che segue riassume i parametri che sono stati misurati ed i gruppi di lavoro coinvolti nell'operazione. La tabella 2 elenca la strumentazione utilizzata per i campionamenti ed i metodi di analisi.

Parametri/Strumenti	Gruppo di lavoro
CTD/O2/rosette	CNR-ISMAR/ IAMC
Salinità	CNR-ISMAR
XBT	CNR-ISMAR/ IAMC / ENEA
Ossigeno disciolto	CNR-ISMAR
NO3, P04, SiO4	Università di Firenze
Clorofilla	Università di Firenze e della Toscana
Fitoplancton	Università di Firenze
Misure delle proprietà ottiche	Università di Firenze

Tabella 1 Parametri misurati

Piccolo volume di campionamento	Rosette General Oceanics 24-posti con bottiglie da 10 litri
CTD System	CTD SBE 911 plus
XBT	T4, T5 & Deep Blue (Sippican Inc.)
Salinometro	GUILDLINE AUTOSAL
Ossigeno	Winkler titration
Nutrienti	Solo campionamenti, niente analisi a bordo
Clorofilla	Campionamento e filtrazione
Fitoplancton	Campionamento
Misure delle proprietà ottiche	Campionamento e filtrazione
Irradianza spettrale solare	Spettrofotometro LI-COR LI-1800UW
Irradianza	Fotobatisonda Idronaut
Fluorescenza naturale, PAR, UV-A e B	PUV Biospherical 510B
Assorbimento, attenuazione ed emissione di fluorescenza del mezzo acquoso	Spettrofotometro AC90193 e fluorimetro SAFire SAF0117 (Wetlabs)

Tabella 2 Strumentazione per il campionamento e metodi di analisi

I limiti geografici dell'area della campagna complessiva sono 35.00°N - 42.00°N di latitudine e 2°E – 17°E di longitudine. A causa di cattive condizioni meteomarine il piano di campionamento generale è stato parzialmente ridimensionato, in particolare nel Golfo del Leone e transetto V4-V7 (vedi figure seguenti).

4. Mappe della campagna

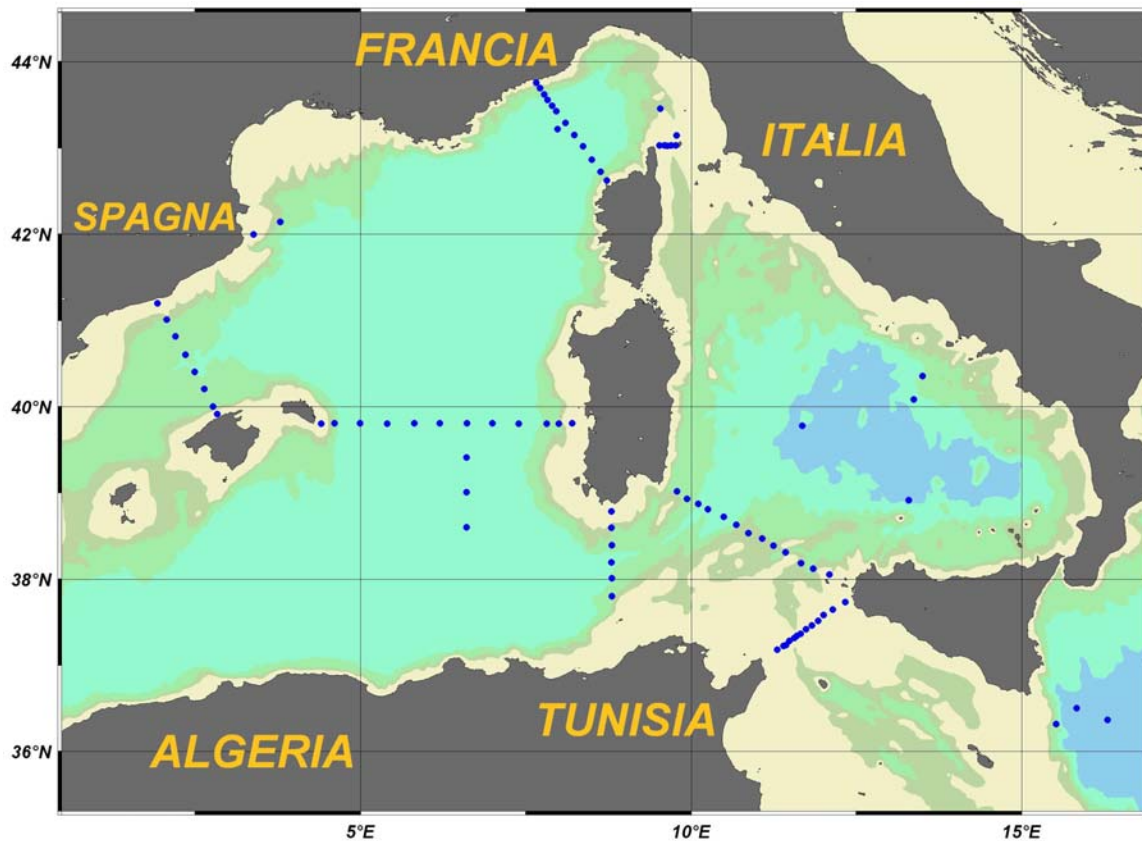
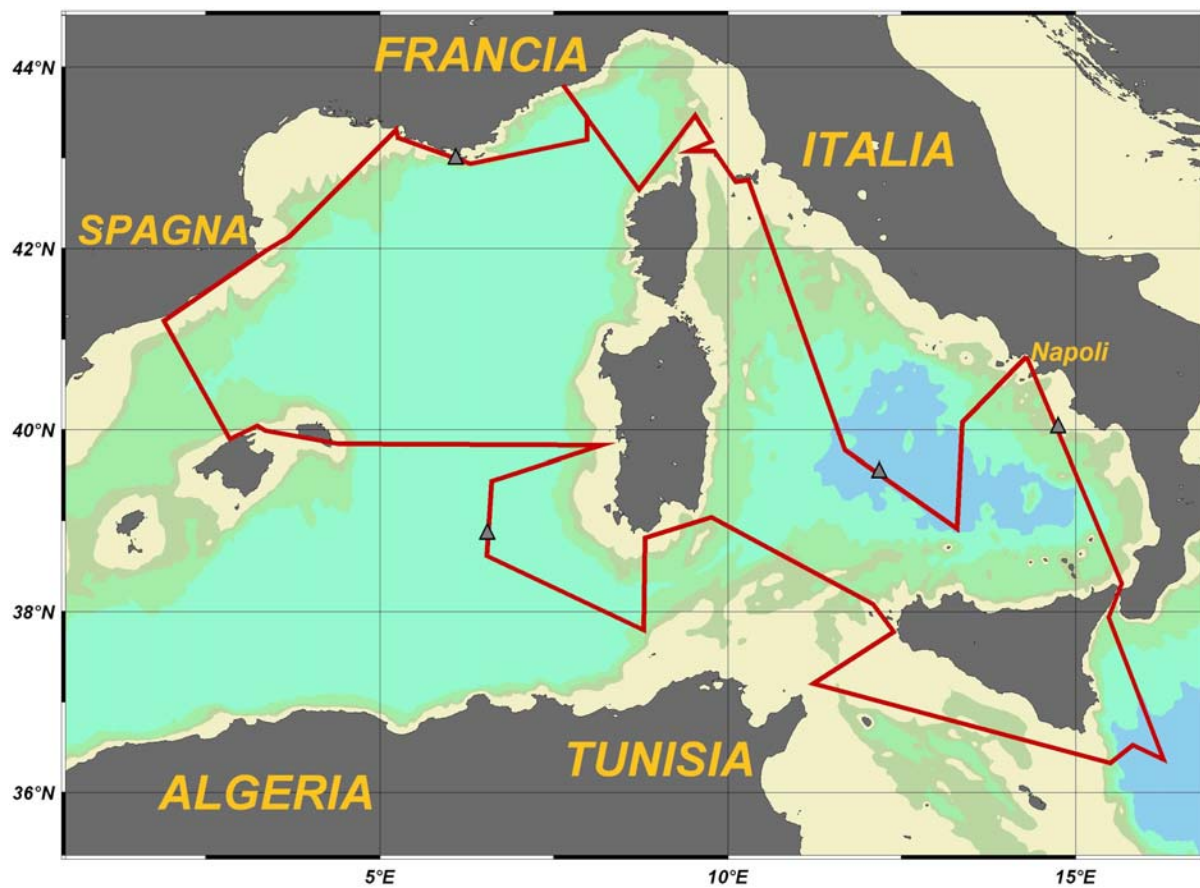


Figura 4.1 Mappa dei campionamenti CTD (sopra) e rotta effettuata (sotto; spostamento in senso orario)



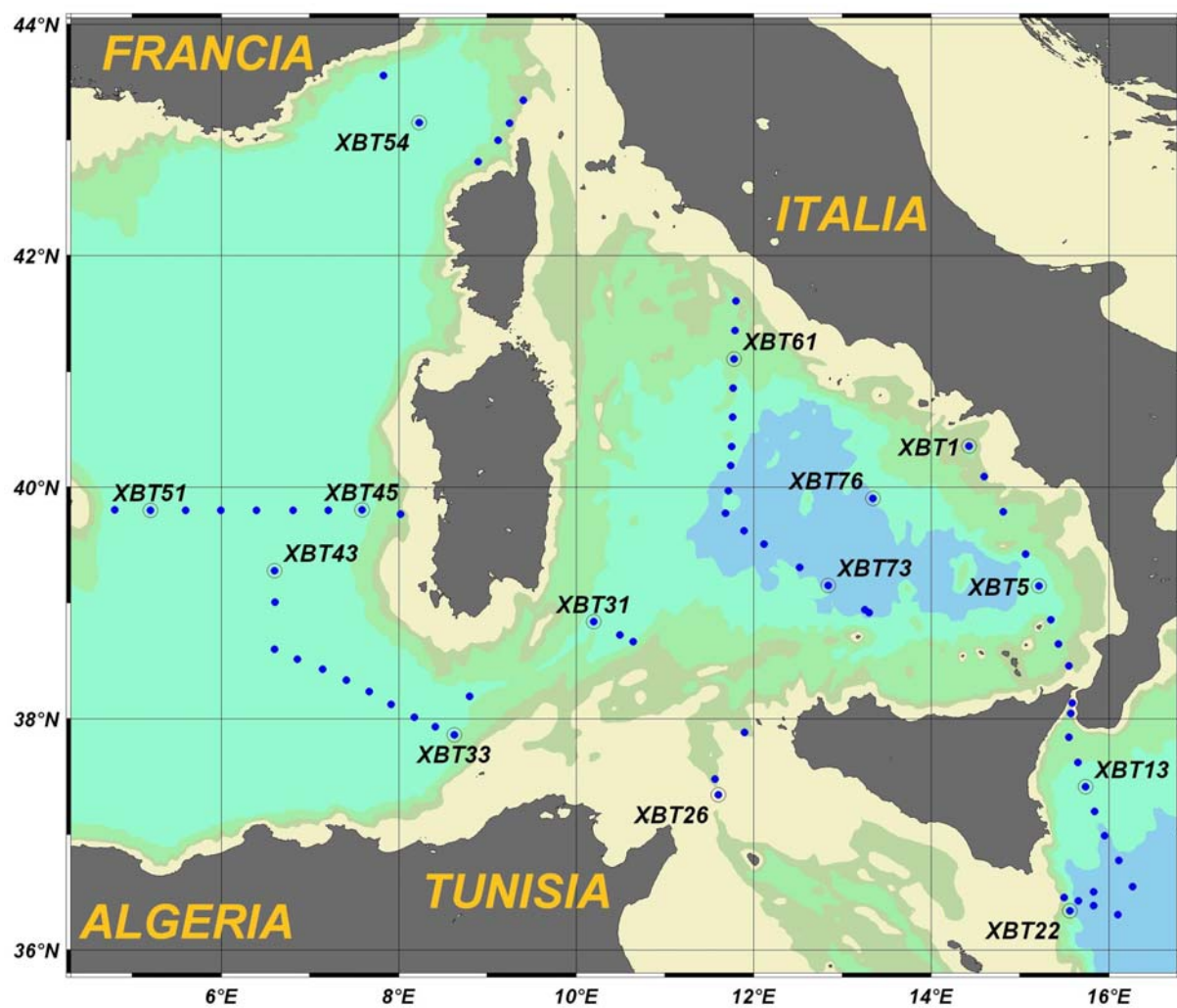


Figura 4.2 Mappa dei campionamenti XBT

Tabella 4.1 Elenco delle 84 stazioni CTD effettuate

Istituti campionanti (1)=CNR, (2)= UNITUS, (vedi tabella 6.5.1)=UNIFI

Tipo di campionamenti N= nutrienti, C= clorofilla α , F= fitoplancton & Primprod; O= ossigeno, S= salinità

Staz.	Data	Ora (UTC)	Lat N (° ')	Lon E (° ')	Prof (m)	Tipo di campionamenti
NK2	07.10.07	18.40	36 21.984	016 17.990	3261	(1)N,O,S
KM3	08.10.07	18.22	36 29.992	015 50.003	3419	(1)N,O,S
K2	08.10.07	22.56	36 19.010	015 31.441	1629	(1)N
432	11.10.07	19.51	37 43.97	012 19.96	169	
405	11.10.07	21.27	37 38.83	012 08.69	90	
406	11.10.07	22.36	37 48.82	012 00.21	146	
433	11.10.07	23.31	37 30.85	011 55.35	105	
438	12.10.07	00.16	37 27.59	011 49.79	438	(1)N
434	12.10.07	00.59	37 24.96	011 44.57	85	
463	12.10.07	07.24	37 21.91	011 39.67	93	
451	12.10.07	08.00	37 20.37	011 36.00	539	(1)N
462	12.10.07	08.56	37 18.89	011 33.74	92	
460	12.10.07	10.41	37 16.81	011 29.14	545	(1)N
437	12.10.07	11.52	37 13.96	011 26.00	444	
436	12.10.07	12.29	37 13.52	011 23.81	416	(1)N
410	12.10.07	13.36	37 10.80	011 18.33	250	
212	12.10.07	20.03	38 02.98	012 05.83	140	(1)N
214	12.10.07	21.43	38 07.15	011 50.77	1140	(1)N
217	12.10.07	23.46	38 10.84	011 40.00	769	(1)N
219	13.10.07	01.58	38 18.42	011 25.70	888	(1)N
221	13.10.07	04.05	38 23.03	011 14.78	700	(1)N
223	13.10.07	05.50	38 28.03	011 04.66	850	(1)N,S
225	13.10.07	07.49	38 32.02	010 52.09	744	(1)N,S
227	13.10.07	09.36	38 37.84	010 41.01	1485	(1)N,S
229	13.10.07	13.41	38 43.35	010 29.64	2484	(1)N,O,S
231	13.10.07	16.53	38 48.34	010 15.48	2321	(1)N
251	13.10.07	19.37	38 52.40	010 06.74	2201	(1)N
271	13.10.07	22.04	38 55.82	009 56.53	1378	(1)N
291	14.10.07	00.23	39 00.85	009 47.24	1025	(1)N
D13	14.10.07	05.50	38 47.10	008 47.93	126	(1)N (3)F
D14	14.10.07	07.42	38 35.71	008 47.97	694	(1)N (3)F
D15	14.10.07	09.20	38 23.60	008 48.08	1399	(1)N (3)F
D16	14.10.07	13.51	38 11.54	008 47.96	2256	(1)N,O,S (3)F
D17	14.10.07	16.49	38 00.56	008 48.02	1620	(1)N,O
D18	14.10.07	19.33	37 47.88	008 47.98	1402	(1)N (3)F
V1	15.10.07	08.01	38 35.96	006 36.09	2856	(1)N (3)F
V1B	15.10.07	11.25	38 36.32	006 35.87	200	(1)N
V2	15.10.07	15.20	39 00.39	006 36.24	2856	(1)N (3)F
V3	15.10.07	19.57	39 24.44	006 36.21	2856	(1)N (3)F
S20	16.10.07	14.40	39 48.25	008 12.24	101	
S19	16.10.07	16.00	39 48.17	007 59.88	908	(1)N (3)F

S18	16.10.07	17.55	38 48.20	007 48.95	1652	(1)N (3)F
S16	16.10.07	21.14	38 48.08	007 23.80	2770	(1)N,O,S (3)F
S14	17.10.07	01.50	39 48.20	006 59.88	2852	(1)N,S (3)F
S12	17.10.07	06.09	39 48.24	006 36.63	2855	(1)N (3)F
S10	17.10.07	10.15	38 48.25	006 12.11	2850	(1)N (3)F
S08	17.10.07	15.33	39 48.29	005 49.10	2842	(1)N (3)F
S06	17.10.07	19.30	39 48.14	005 24.36	2825	(1)N (3)F
S04	17.10.07	23.41	39 48.21	004 59.68	2711	(1)N,S (3)F
S02	18.10.07	03.50	39 48.20	004 36.42	1304	(1)N,O, (3)F
S01	18.10.07	06.09	39 48.18	004 24.28	106	
B08	18.10.07	14.07	39 54.85	002 49.94	87	
B07	18.10.07	14.57	40 00.06	002 46.13	1322	(1)N (3)F
B06	18.10.07	17.56	40 12.16	002 38.34	1744	(1)N,S
B05	18.10.07	20.49	40 24.13	002 29.72	1878	(1)N,O, (3)F
B04	19.10.07	00.06	40 36.20	002 21.25	1885	(1)N (3)F
B03	19.10.07	03.21	40 48.91	002 12.03	1538	(1)N (3)F
B02	19.10.07	05.57	41 00.46	002 04.33	910	(1)N
B01	19.10.07	08.14	41.11.95	001 55.78	42	
L14	19.10.07	16.57	41 59.92	003 22.99	153	
L12	19.10.07	20.00	42 08.59	003 47.42	1175	(1)N (3)F
DYFAMED	21.10.07	20.17	43 13.01	007 59.04	2556	(1)N,O,S (3)F
906	21.10.07	22.59	43 17.36	008 05.99	2539	(1)N
904	22.10.07	02.31	43 29.28	007 53.96	2459	(1)N
902	22.10.07	05.26	43 37.15	007 46.90	2157	(1)N,O, (3)F
900	22.10.07	08.30	43 45.20	007 39.58	355	(1)N (3)F
901	22.10.07	13.52	43 41.40	007 42.98	1132	(1)N
903	22.10.07	15.51	43 33.33	007 49.84	2365	(1)N,S (3)F
905	22.10.07	18.33	43 25.48	007 57.99	2425	(1)N (3)F
907	22.10.07	22.23	43 09.00	008 14.01	2586	(1)N
908	23.10.07	01.16	43 01.02	008 21.97	2645	(1)N,S
909	23.10.07	04.22	42 51.88	008 30.00	2648	(1)N,S
911	23.10.07	07.12	42 43.45	008 38.00	1645	(3)F
913	23.10.07	09.18	42 37.15	008 43.53	216	(3)F
A02	23.10.07	15.58	42 27.41	007 32.17	432	(3)F
A03	23.10.07	18.29	43 08.87	009 47.123	354	(3)F
107	23.10.07	19.46	43 01.71	009 46.09	86	
108	23.10.07	20.20	43 01.53	009 41.96	448	
109	23.10.07	21.27	43 01.50	009 38.49	367	
110	23.10.07	22.03	43 01.53	009 35.99	240	
111	23.10.07	22.46	43 01.53	009 31.56	65	
51	27.10.07	09.08	39 46.52	011 40.94	3258	(1)N,O
GEOSTAR	27.10.07	22.38	38 54.98	013 17.99	3460	(1)N,O (3)F
50	28.10.07	07.15	40 05.02	013 22.02	2787	(1)N
49	28.10.07	11.49	40 20.213	013 29.983	1972	(1)N

NOTA: dalla stazione B05 al fitoplancton di UNITUS non è più associata l'acquisizione con la Primprod a causa di un guasto dello strumento

Tabella 4.2 Elenco delle stazioni XBT effettuate

Nota: v = velocità della nave al momento del lancio; W = velocità del vento al momento del lancio

#	TIPO XBT	Data (2007)	ORA inizio	ORA inizio	LAT ° 'N	LONG ° ' E	Velocità Nave (nodi)
1	T7	06-10	12.20	12.22	40 21.2	014 25.6	V=11.2
2	T4	06-10	13.54	13.55	40 05.5	014 36.0	V=11.3
3	T7	06-10	15.44	15.46	39 47.1	014 48.8	V=11.4
4	T7	06-10	17.54	17.57	39 25.1	015 04.0	V=11.4
5	T7	06-10	19.31	19.34	39 08.7	015 13.0	V=11.5
6	DB	06-10	21.09	21.11	38 51.2	015 20.9	V=11.4
7	T7	06-10	22.18	22.22	38 38.6	015 26.1	V=11.5
8	T4	06-10	23.25	23.27	38 27.3	015 33.3	V=11.6
9	T4	07-10	01.26	01.27	38 08.1	015 35.4	V=10.8
10	T7	07-10	01.55	01.58	38 02.6	015 34.4	V=11.1
11	T7	07-10	03.00	03.03	37 50.2	015 33.1	V=11.4
12	T7	07-10	04.14	04.17	37 37.2	015 39.4	V=11.3
13	T7	07-10	05.26	05.29	37 24.5	015 44.3	V=11.3
14	T7	07-10	06.38	06.41	37 11.9	015 50.4	V=11.2
15	T7	07-10	07.51	07.54	36 59.2	015 57.3	V=11.2
16	T7	07-10	09.11	09.14	36 46.5	016 06.8	V=11.2
17	T7	07-10	10.33	10.36	36 32.8	016 16.3	V=10.9
18	T7	08-10	09.27	09.30	36 18.3	016 06.2	V=4.5
19	T5	08-10	18.29	18.35	36 30.0	015 50.0	V=0 test
20	T5	08-10	18.41	18.46	36 30.0	015 50.0	V=0 test
21	T5	08-10	18.50	18.57	36 30.0	015 50.0	V=0 test
22	T7	08-10	22.28	22.31	36 20.3	015 33.8	V=10.4
23	T7	10-10	21.17	21.19	36 22.9	015 49.9	V=8.6
24	T7	10-10	22.13	22.16	36 25.3	015 39.6	V=9.2
25	T7	10-10	23.07	23.10	36 27.1	015 29.8	V=9.3
26	T4	12-10	08 17	08 19	37 20.4	011 36.1	V=0 test
27	T7	12-10	15 49	15 52	37 28.6	011 33.9	V=11.1
28	T7	12-10	18 31	18 33	37 52.8	011 53.8	V=10.7
29	T7	13-10	12 34	12 37	38 39.9	010 38.5	V=10.2
30	T5	13-10	13 47	13 54	38 43.3	010 29.6	V=0 test
31	T7	13-10	18 49	18 52	38 50.1	010 11.8	V=9.4
32	T7	14-10	--	--	--	--	Perso
33	T5	14-10	13 57	14 04	38 11.5	008 47.9	V=0 test
34	T7	14-10	21 34	21 36	37 51.6	008 37.6	V=9.7
35	DB	14-10	22 43	22 46	37 55.7	008 24.8	V=9.6
36	DB	14-10	23 58	00.00	38 00.5	008 10.8	V=9.9
37	DB	15-10	01 21	01 24	38 07.3	007 55.0	V=10.7
38	T7	15-10	02 38	02 41	38 13.9	007 40.2	V=10.7
39	T7	15-10	03 53	03 56	38 19.9	007 24.7	V=10.7
40	T7	15-10	05 11	05 14	38 25.6	007 08.6	V=10.6
41	T7	15-10	06 31	06 34	38 30.6	006 51.6	V=10.6
42	T5	15-10	08 05	08 12	38 35.9	006 36.1	V=0 test

43	T5	15-10	15 27	15 33	39 00.4	006 36.3	V=0 test
44	T7	15-10	18 58	19 01	39 16.6	006 36.0	V=10.0
45	T7	16-10	05 26	05 28	39 45.9	008 01.3	V=9.7
46	T7	16-10	20 14	20 15	39 48.1	007 35.4	Filo rotto
47	T7	17-10	00 48	00 51	39 48.0	007 12.3	V=10.1
48	T7	17-10	04 57	05 00	39 48.0	006 48.5	V=9.2
49	T7	17-10	09 13	09 16	39 48.0	006 23.9	V=10.4
50	T7	17-10	13 18	13 21	39 48.0	005 59.7	V=9.8
51	T7	17-10	18 29	18 33	39 48.0	005 36.0	V=9.8
52	T7	17-10	22 33	22 35	39 48.0	005 12.2	V=9.9
53	T7	18-10	02 50	02 52	39 48.2	004 48.0	V=10.1
54	T5	22-10	16 09	16 15	43 33.3	007 49.8	V=0 test
55	T5	22-10	22 32	22 34	43 09.0	008 14.0	V=0 test
56	T7	23-10	10 54	10 56	42 48.6	008 53.8	V=10.0
57	T7	23-10	12 27	12 29	42 59.9	009 07.4	V=9.8
58	T7	23-10	13 30	13 32	43 08.6	009 15.1	V=9.2
59	T7	23-10	14 53	14 55	43 20.4	009 24.4	V=10.3
60	T7	26-10	21 13	21 25	41 36.4	011 47.9	V=9.3
61	T7	26-10	22 48	22 50	41 21.1	011 47.3	V=9.6
62	T7	27-10	00 19	00 22	41 06.4	011 46.6	V=9.7
63	T7	27-10	01 54	01 56	40 51.3	011 46.2	V=9.8
64	T7	27-10	03 25	03 27	40 36.3	011 45.7	V=9.6
65	T7	27-10	04 58	05 00	40 21.0	011 45.2	V=9.9
66	DB	27-10	05 56	05 58	40 11.2	011 44.4	V=10.0
67	DB	27-10	07 10	07 13	39 58.1	011 42.9	V=9.8
68	DB	27-10	09 13	09 15	39 46.5	011 40.9	V=0 test
69	T7	27-10	09 20	09 23	39 46.5	011 40.9	V=0 test
70	T5	27-10	09 29	09 36	39 46.5	011 40.9	V=0 test
71	DB	27-10	13 56	13 59	39 37.4	011 53.6	V=10.2
72	DB	27-10	15 43	15 45	39 30.4	012 06.9	V=9.9
73	DB	27-10	18 01	18 03	39 18.3	012 31.0	V=9.6
74	DB	27-10	19 52	19 54	39 08.9	012 50.3	V=9.6
75	DB	27-10	22 12	22 15	38 56.3	013 15.2	V=10.0
76	T5	27-10	22 56	23 03	38 54.9	013 18.0	V=0 test
77	DB	28-10	06.04	06.07	39 54.10	013 20.80	V=10.1

5. Operazioni di bordo

5.1 Stazioni CTD

In tutte le 84 stazioni idrologiche effettuate sono stati misurati i seguenti parametri: pressione (P), salinità (S), temperature potenziale (θ) e concentrazione di ossigeno disciolto (DO). La sonda utilizzata era un sistema CTD-rosetta con un CTD SBE 911 plus e una rosetta General Oceanics con 24 bottiglie Niskin da 12 l. ciascuna. Il sensore di temperatura era un termometro SBE-3/F con una risoluzione di 10^{-3} °C mentre quello di conducibilità un SBE-4 con una risoluzione di 3×10^{-4} S/m. Inoltre a bordo sono stati analizzati campioni d'acqua per la verifica del valore di salinità a quote campione utilizzando un salinometro Guildline Autosal. L'ossigeno disciolto è stato misurato mediante un sensore SBE-13 (risoluzione 4.3 μ M) i cui dati sono stati verificati mediante campioni analizzati con Winkler titration. I profili verticali di tutti i parametri sono stati ottenuti campionando i segnali a 24 Hz durante la discesa del sistema CTD/rosetta a una velocità di circa 1 m/s. I dati sono stati processati a bordo con correzione degli eventuali errori di acquisizione.

Laboratorio: ISMAR-CNR, IAMC-CNR

5.2 XBT

Durante la campagna Medocc07 sono state lanciate alcune decine di sonde XBT con un duplice scopo: monitorare il valore della temperatura dell'acqua durante i trasferimenti tra le differenti zone in cui sono state effettuate misure con CTD e/o posizionamento di catene correntometriche, e controllare la qualità dei profili raccolti di un tipo particolare di sonde.

L'apparato strumentale usato era costituito dalle seguenti componenti:

- sonde a perdere XBT di differente tipo, costruite da LM Sippican;
- lanciatore manuale LM Sippican modello LM3A;
- apparato di acquisizione e digitalizzazione LM Sippican MK 21 USB;
- computer portatile.

Il funzionamento della strumentazione è stato verificato durante due sessioni di calibrazione statica svolte presso i laboratori del NURC a La Spezia nel mese di agosto e settembre 2007.

Sono state lanciate complessivamente 77 sonde di cui:

- | | |
|---------------|---------------|
| • T4: nr. 6; | • T7: nr. 47; |
| • T5: nr. 11; | • DB: nr. 13. |

Controllo della qualità dei profili

Sono stati svolti test per analizzare la qualità dei profili registrati dalle sonde modello LM Sippican T5, che raggiungono la profondità nominale di 1830 m. A tale scopo, le sonde sono state lanciate da nave ferma alcuni minuti dopo l'inizio della calata di un CTD (SeaBird modello 911 plus). I lanci sono stati svolti in corrispondenza di stazioni sufficientemente profonde (almeno 2300 m), per la precisione KM3 (3 lanci), 229, D16, V1, V2, D903 e D907. Le diverse caratteristiche termiche riscontrabili in tali zone dovrebbero offrire una casistica sufficientemente esauriente di situazioni.

Saranno sottoposte ad approfondite analisi le discrepanze dei valori di temperatura rispetto a quelli indicati dal CTD e le differenze di quota tra le strutture termiche, in modo da poter ottenere una stima delle incertezze nei valori di temperatura e profondità ottenuti usando questo tipo di sonde (si tratta probabilmente del primo lavoro sistematico svolto nel Mar Mediterraneo con tali sonde). Verrà anche valutata l'adeguatezza di coefficienti numerici dell'equazione del moto delle sonde usata per stimare la profondità della sonda in funzione del tempo trascorso dall'inizio della discesa. A tal riguardo saranno accuratamente identificate le quote delle strutture termiche su ogni singolo profilo.

Ad una prima e sommaria osservazione è stato riscontrato che le sonde acquisiscono dati fino a profondità maggiori di 2000 m, con valore massimo di 2255 m. Grazie a questa opportunità, è stato possibile individuare in un paio di stazioni un segnale di cosiddetta "acqua nuova" meglio identificabile nei profili di salinità e ossigeno raccolti dal CTD di riferimento.

Le sonde usate per il test sono tutte state calibrate (staticamente) al NURC, in modo da avere a disposizione una indicazione del comportamento atteso della sonda. Il confronto tra i profili delle sonde e i corrispondenti profili di temperatura misurati dal CTD indica un sostanziale buon accordo (differenza inferiore a 0.1°C). Va rilevata una persistente differenza della quota di inizio del termocline e la presenza saltuaria di deviazioni e fluttuazioni nell'affidabilità di acquisizione non prevedibili. Per questo motivo, sembra più realistico verificare se l'intervallo di variabilità per tutti i dati acquisiti è in accordo con gli standard forniti dalla casa costruttrice.

Laboratorio: ENEA

5.3 Nutrienti

Campioni d'acqua per misure dei nutrienti sono stati acquisiti a diverse profondità durante la risalita del sistema CTD/rosetta, in accordo ai profili verticali di salinità, temperatura potenziale e ossigeno disciolto registrato in tempo reale. Conservazione a bordo:

- Non filtrati ed immediatamente congelati a -20°C (ISMAR-CNR);

- Filtrati e Fissati con HgCl_2 (*Università di Firenze*)

Le concentrazioni di nitrati, ortosilicati e ortofosfati sono stati determinati in seguito in laboratorio utilizzando un ibrido Brän–Luebbe AutoAnalyzer secondo i metodi classici (Grasshoff et al., 1983) con poche modifiche.

Laboratorio: ISMAR-CNR e Università di Firenze

5.4 LADCP

Profili di velocità sono stati misurati per mezzo di un Lowered Acoustic Doppler Current Profilers (LADCP) montato sulla rosette e rivolto verso il basso. È stato impiegato un RDI Workhorse 300 kHz ADCP. Per il post-processamento dei dati si è usato il software LDEO LADCP, versione 8.1.

Laboratorio: CNR-ISMAR



5.5 Pri mProd 1.08

La PrimProd 1.08 è un fluorimetro a doppia intensità di flash, che permette di misurare concentrazioni di clorofilla –a tra 0.03 e 50 μl , ed effettua misure di efficienza fotosintetica in situ.

Il metodo si basa sulla misura della fluorescenza indotta da una rapida successione di 3 impulsi: sondaggio- pompaggio – sondaggio (pump&probe). Durante il primo impulso (sondaggio) viene determinata l'intensità di fluorescenza della clorofilla-a con i centri di reazione aperti (F_o). Dopo un breve intervallo si produce un impulso luminoso di intensità saturante (pompaggio), che trasforma tutti i centri di



reazione in stato chiuso. Il sondaggio misura l'intensità massima di fluorescenza (F_m). Così, in ogni ciclo di misurazione vengono determinati i valori di F_o e F_m . L'efficienza della ripartizione dimensionale è direttamente proporzionale alla frazione dei centri di reazione aperti (Nardello et al.1999). Dal valore di F_m , determiniamo la concentrazione della biomassa fitoplanctonica. Dal rapporto $(F_m-F_o)/F_m$ otteniamo la massima resa quantica.

<i>Parametro misurabile:</i>	<i>Range.</i>
Concentrazione di fitoplancton	0.03 - 50 mg Chl m ⁻³ (0.02 ± 10%)
Efficienza fotosintetica	0 - 1.0 rel. un. (0.05)
Irradianza subacquea (PAR)	0.03-1000 mE m ⁻² s ⁻¹ (0.02 ± 10%)
Temperatura	0 - +30 °C (0.1 °C)
Profondità	0 - 200 m (0.5 m ± 10%)
<i>Fluorimetro:</i>	<i>Range</i>
Probe flash (energia/durata)	0.01 J / 0.01 ms
Flash attinico saturante (energia/durata)	0.01 - 1 J / 0.01 ms
Intervallo di tempo tra flash saturante e probe	0.05 - 1.0 ms
Campo spettrale dei flash saturante e probe	400 - 550 nm
Campo spettrale della fluorescenza registrata	> 680 nm

Laboratorio: Università della Toscana

5.6 Misure con fotosonda Idronaut e spettroradiometro LI-COR LI-1800UW

Nell'ambito della campagna oceanografica MEDOCC 07 sono state effettuate misurazioni e prelievi di campioni di acqua per lo studio delle caratteristiche chimiche, fisiche biologiche e le proprietà ottiche delle masse d'acqua che circolano nel Mediterraneo in relazione alla biomassa autotrofa e alla composizione dei popolamenti fitoplanctonici che la determinano.



In particolare per la determinazione delle proprietà ottiche, sono state eseguite misure dell'irradianza sottomarina tramite l'impiego della fotosonda Idronaut e dello spettroradiometro LI-COR LI-1800UW.

La fotosonda è dotata di sensori per la misura della pressione, della temperatura e dell'irradianza discendente, ascendente, scalare e globale (misurata in aria). Con questo strumento sono stati realizzati profili verticali dell'irradianza scomposta nelle sue componenti principali, ed è stata determinata la profondità della zona eufotica, cioè dove arriva l'1% della radiazione solare presente in superficie e disponibile per l'attività fotosintetica.

Lo spettroradiometro LI-1800UW misura la distribuzione spettrale dell'irradianza discendente (all'interno del range del visibile, 350-750nm) a profondità predefinite di 5, 10, 25, 50 e 75 m oltre a misure di riferimento eseguite in aria e dell'irradianza ascendente a 5m che rapportata a quella discendente alla rispettiva profondità permette di calcolare la riflettanza del mezzo.

Laboratorio: Università di Firenze

5.7 Misure con Safire SAF0117 e AC-9 AC90193

La sonda subacquea SAFire (Wetlabs) è un fluorimetro che misura spettri di eccitazione, spettri di assorbimento e spettri di emissione di fluorescenza di un campione acquoso in vivo. La lampada del fluorimetro eccita il campione a 6 diverse lunghezze d'onda (350, 410, 440, 487, 545, 625 nm) e misura l'assorbimento e l'emissione di fluorescenza a 16 lunghezze d'onda (350, 400, 410, 430, 460, 487, 520, 540, 570, 590, 620, 650, 660, 685, 695, 760 nm). L'emissione di fluorescenza nel rosso della clorofilla a è indotta sia eccitando in modo specifico direttamente la molecola del centro di reazione del PSII (440nm), sia eccitando i pigmenti antenna che le cedono energia per risonanza. La sorgente della sonda SAFire eccita in modo specifico pigmenti quali ficoeritrina PE (487 e 545 nm) e ficocianina PC (625 nm), quindi permette di stabilire il contributo dei pigmenti accessori all'emissione di fluorescenza della chl-a a 695nm e di rilevare la presenza di classi microalgali quali cianobatteri e Cryptophyceae. Durante la campagna, lo spettrofluorimetro è stato utilizzato per effettuare misure da banco: alle singole profondità sono stati misurati gli spettri di assorbimento, eccitazione ed emissione di fluorescenza di ciascun campione, tal quale e filtrato (filtro GF/F, Whatman). Il confronto tra t.q. e filtrato permette di quantificare la componente biologica fotosinteticamente attiva.

Lo spettrofotometro AC-9 (Wetlabs) misura i coefficienti di assorbimento $a(\lambda)$ e di attenuazione $c(\lambda)$ di un campione acquoso. Ha infatti due cuvette cilindriche parallele che consentono di misurare simultaneamente su due aliquote dello stesso campione sia $a(\lambda)$ che $c(\lambda)$ a diverse lunghezze d'onda (412, 440, 488, 510, 555, 630, 650, 676 e 715nm). Durante la campagna oceanografica, lo strumento è stato usato per misure da banco sui campioni di acqua delle varie profondità. Per quantificare l'assorbimento e l'attenuazione dovuti al solo fitoplancton sono stati misurati anche i coefficienti di assorbimento e attenuazione sui campioni di acqua filtrata (filtri GF/F, Whatman) e sottratti ai corrispondenti tal quali, per escludere il contributo di acqua gelvina e tripton da $a(\lambda)$ e $c(\lambda)$. Infine, i valori dei coefficienti di assorbimento e attenuazione di ogni campione sono stati corretti sottraendo il

valore a 715nm, per rimuovere sia l'effetto della torbidità del campione, sia la dipendenza dalla temperatura.

Laboratorio: Università di Firenze

5.8 Misura di parametri bio-ottici utilizzando il profilatore PUV Biospherical 510B.

Misure di PAR e fluorescenza naturale da clorofilla a.

Nelle stazioni idrografiche sono state eseguite misure sia della radiazione fotosinteticamente attiva PAR (*Photosynthetic Active Radiation*) nell'intervallo di lunghezza d'onda compresa tra 400 e 700 nm, delle radiazioni UV-A e B e della fluorescenza naturale da clorofilla a.

Queste misure sono state effettuate utilizzando un profilatore di fluorescenza naturale PUV 510B della Biospherical Instrument Inc.



Il PUV-510B permette misure sia della PAR superficiale (SPAR) sia di quella subacquea lungo la colonna d'acqua (UW_PAR) fino alla profondità di 100 m. Il profilatore è dotato di due subunità, la prima è composta da un sensore PAR-UVA e B che posto sul ponte della nave esegue misure della quantità della luce incidente alla superficie del mare; l'altra subacquea è provvista di un analogo sensore PAR-UVA e B oltre ad uno per la temperatura, pressione e di un fluorimetro naturale.

Il software di acquisizione e gestione dello strumento permette di ricavare dai parametri misurati altri quali il coefficiente d'estinzione della radiazione (K_{PAR}), la biomassa fitoplanctonica (Chla) e la stima del tasso di assimilazione del carbonio (P) da parte di questa componente (produzione primaria fitoplanctonica).

Laboratorio: UNIFI

5.9 Avvistamento cetacei ed altri animali marini

Durante la campagna due ricercatrici sono state imbarcate per effettuare avvistamenti e riconoscimento di cetacei ed altri animali marini e, se possibile, documentarli con foto. Tale avvistamento avveniva nelle ore diurne. Il mare spesso mosso non ha però permesso l'avvistamento di molti cetacei come è invece avvenuto durante la precedente campagna MEDOCC06 e MEDGOOS13.

Segue la tabella con tutti gli avvistamenti certi documentati durante la presente campagna oceanografica:

Date	Ora	Long.(E)	Lat.(N)	Specie (num.individui)	Note
22-ott-06	15.30	08°24,720	39°50,150	Tursiops truncatus(10)	Comportamento: nuoto veloce.
23-ott-06	14.00	08°25,390	39°50,350	Tursiops truncatus(2)	Comportamento: nuoto lento.
23-ott-06	15.50	08°16,460	39°57,220	Tursiops truncatus(20)	Comportamento: nuoto veloce, feeding,bowriding(2 individui).
23-ott-06	16.45	08°15,010	40°00,420	Tursiops truncatus(5)	Comportamento: nuoto lento,bowriding.
24-ott-06	9.35	09°13,680	41°16,000	Tursiops truncatus(4)	Comportamento: nuoto veloce.
24-ott-06	17.10	09°44,090	42°03,140	Stenella coeruleoalba(6)	Comportamento: bowriding.

Laboratorio: CNR-IAMC, CNR-ISMAR

5. 10 Al tre operazioni a bordo

ADCP montato sulla nave (SADCP)

Laboratorio: CNR-ISMAR

Recupero e manutenzione di catene strumentate ancorate

Laboratorio: CNR-ISMAR

Clorofilla

Laboratorio: Università di Firenze, Università della Toscana

Spettroradiometro, Fotobatisonda e PUV 510B

Laboratorio: Università di Firenze

Fitoplancton

Laboratorio: Università di Firenze

CDOM (sostanza gialla)

Laboratorio: Università di Firenze

6. Risultati Preliminari

6.1 Condizioni meteo-marine

Le condizioni meteomarine durante il periodo della campagna sono state caratterizzate da una forte variabilità ma tendenzialmente con una pressione atmosferica medio-alta che ha permesso di svolgere tutte le attività previste, con solo complessivamente 5 giorni di inattività. Solo dopo i primi 15 giorni l'intensità del vento è aumentata, determinando il cancellamento di alcune stazioni, in particolare nel golfo del Leone, lungo il transetto V4-V7-S.Remo ed intorno all'isola d'Elba.

6.2 Idrologia

Nelle pagine seguenti sono presentati i risultati di una prima elaborazione grafica dei dati CTD (salinità, temperatura potenziale, densità potenziale, fluorescenza e ossigeno disciolto). L'analisi sarà effettuata separatamente per ciascuna delle diverse aree di studio (mar Ionio occidentale, Stretto di Sicilia, Canale di Sardegna, ecc.).

6.2.1 Mar Ionio occidentale

Nella Figura 6.2.1.1 sono visibili le tre stazioni effettuate nel mar Ionio occidentale e cioè K02, KM3 e NK2 le cui coordinate sono presenti in tabella 4.1.

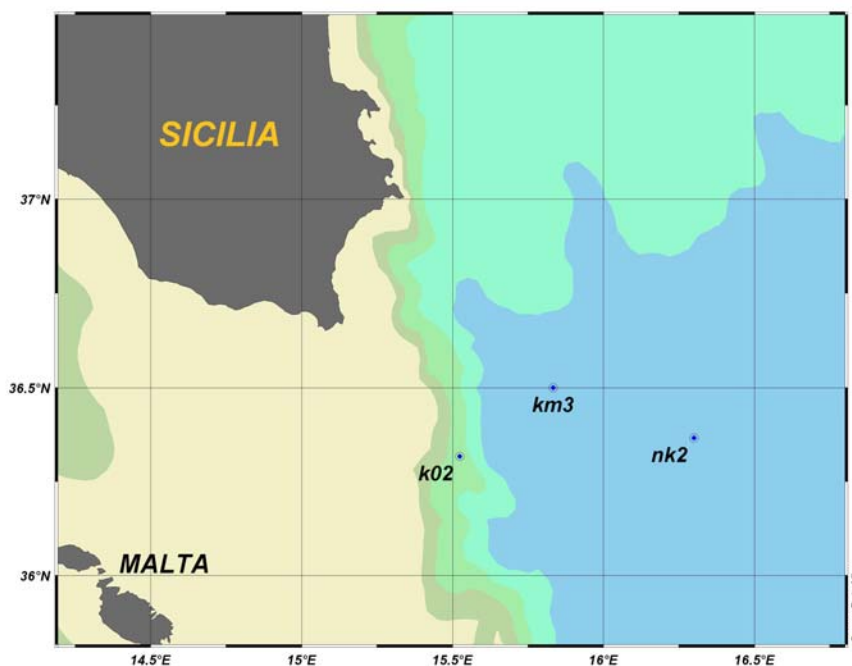


Figura 6.2.1.1. Le tre stazioni nel mar Ionio occidentale in prossimità delle catene correntometriche

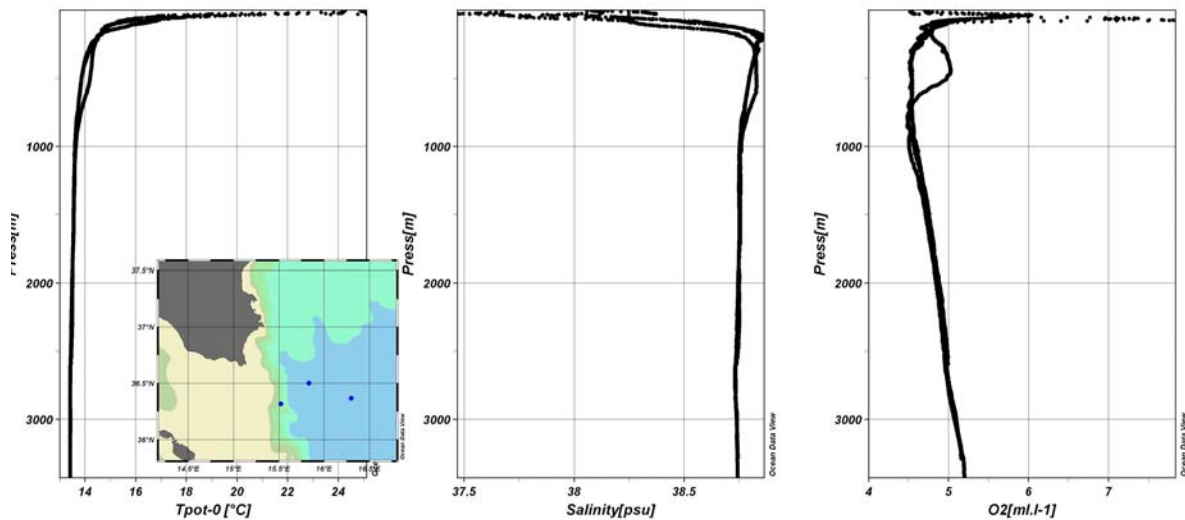


Figura 6.2.1.2. I profili di temperatura (a sinistra), salinità (al centro) e di ossigeno disciolto (sinistra) lungo le tre stazioni KM3, NK2 e K02

Queste tre stazioni sono state effettuate nell'ambito del progetto europeo KM3 e in prossimità di tre catene correntometriche descritte in seguito.

I loro profili di temperatura (in Figura 6.2.1.2 sinistra), salinità (in Figura 6.2.1.2 centro) e contenuto di ossigeno (in Figura 6.2.1.2 destra) non presentano alcuna particolarità, se non una piccola differenza nei valori dei tre parametri per temperatura e salinità (massimo a 590 m circa) e di ossigeno (massimo a 460 m) per la stazione NK2 rispetto alle altre due.

6.2.2 Mar Mediterraneo centrale

Nella Figura 6.2.2.1 sono visibili i tre transetti con le stazioni nello Stretto di Sicilia, tra Sicilia e Sardegna e nel Canale di Sardegna.

L'importanza di questi tre transetti risiede nella loro posizione centrale all'interno del bacino mediterraneo, luogo di passaggio delle acque tra i due bacini mediterranei (occidentale ed orientale).

Il diagramma della temperatura potenziale vs salinità (figura 6.2.2.2) e la mappa di temperatura potenziale e salinità a 30 m di profondità (figura 6.2.2.3) mostrano una chiara differenziazione delle masse d'acqua che attraversano i tre transetti. In particolare le differenze sono tra le stazioni nello Stretto di Sicilia e quelle nel Canale di Sardegna. Le stazioni tra Sicilia e Sardegna sono quindi separabili a circa metà in tre gruppi: uno (dalla 212 alla 223) che mostra caratteristiche simili all'acqua che attraversa lo Stretto di Sicilia con valori di salinità inferiori a 37.92 psu (Acqua Atlantica); un secondo (dalla 231 alla 291) con

acque simili a quelle del Canale di Sardegna con valori della salinità superiore a 38.00 (Acqua Atlantica Modificata); un terzo gruppo (dalla stazione 225 alla stazione 229) che mostra caratteristiche intermedie ai due gruppi precedenti.

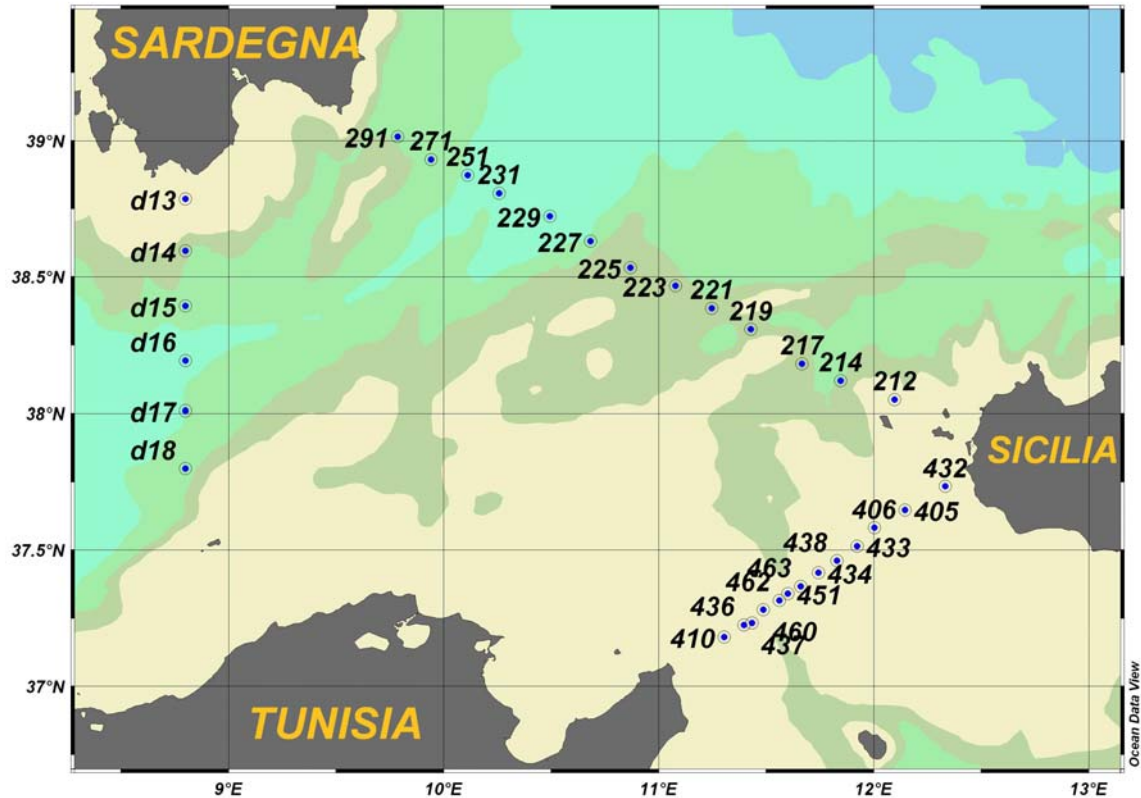


Figura 6.2.2.1. I tre transetti con le stazioni nel Mediterraneo centrale

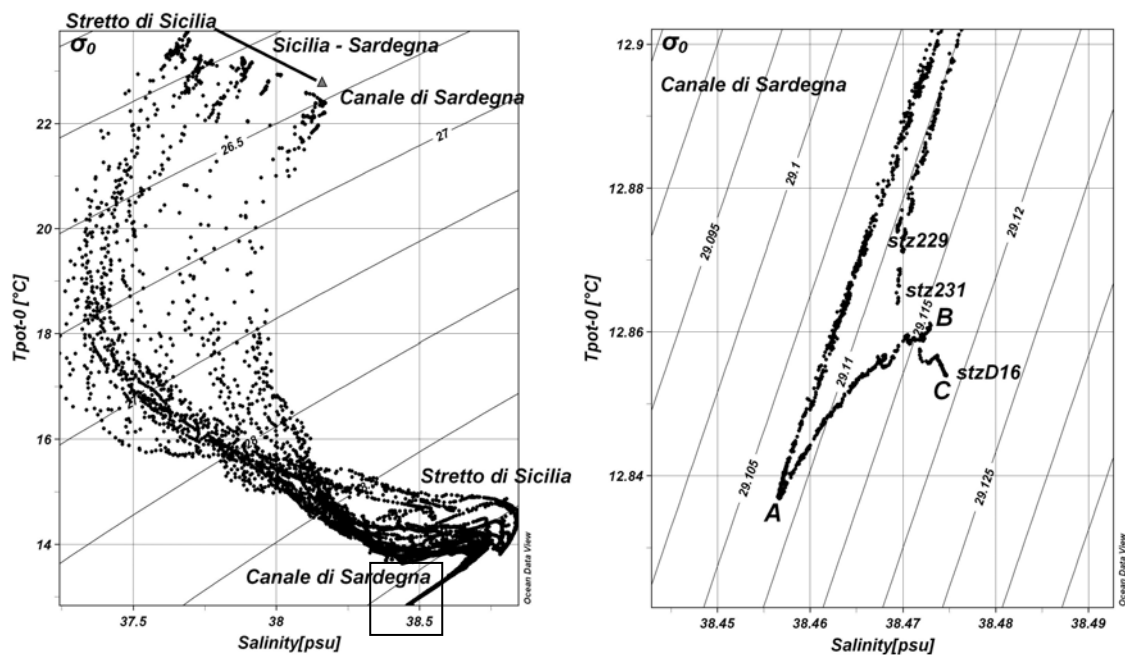


Figura 6.2.2.2. A sinistra: diagramma temperatura potenziale vs salinità per le tre aree (Stretto di Sicilia, Canale di Sardegna e transetto Sicilia-Sardegna), a destra: zoom del diagramma di sinistra delle acque profonde (oltre i 2000 m) nel Canale di Sardegna (stazione D16) e nel transetto Sicilia-Sardegna (stazioni 229 e 231).

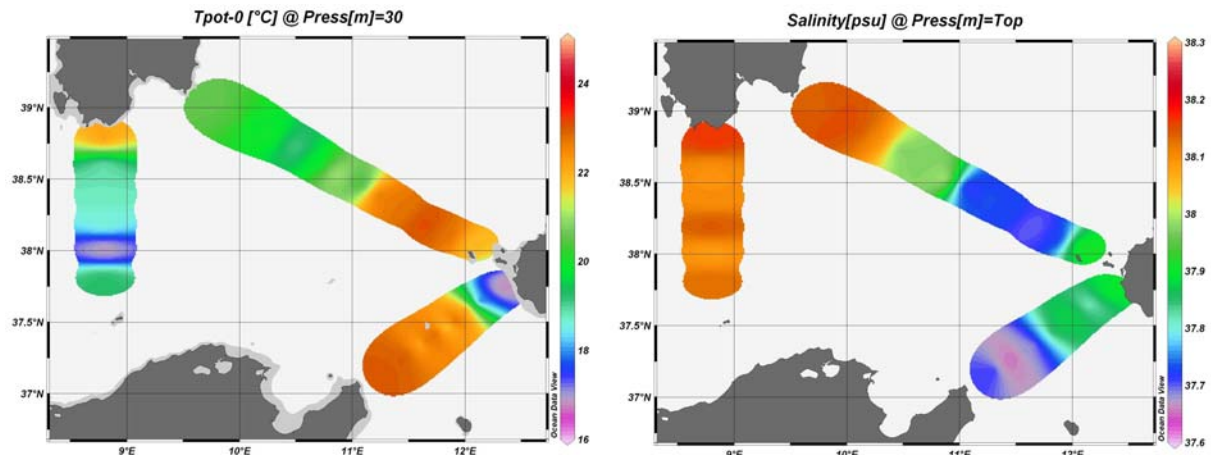


Figura 6.2.2.3. Mappe della temperatura potenziale e della salinità a 30 m di profondità

Ciò è riconducibile alla circolazione superficiale con acque che entrano dal Mediterraneo orientale nel Tirreno girando intorno alla Sicilia nord-occidentale e altre che dal Tirreno entrano nel bacino algerino scorrendo verso sud-ovest lungo la costa sarda.

Infine a livello intermedio e profondo lo Stretto di Sicilia mostra il passaggio di acque più calde e salate che nel Canale di Sardegna che però mostra la presenza evidente di acque profonde (Acque Profonde Tirreniche e del Mediterraneo Occidentale).

Lo zoom sulle acque profonde (oltre i 2000 m) mostra una cosa particolarmente interessante che le campagne degli anni 2005 e 2006 non avevano ancora mostrato. In corrispondenza della stazione D16 del Canale di Sardegna posta nel canale che unisce il bacino algerino col mar Tirreno è chiara la presenza delle due acque profonde nuove identificate da diversi autori tra cui Schroeder (Schroeder et al., 2006 & 2007). Sul grafico sono visibili con le lettere B e C a profondità superiori ai 1800 m mentre A è l'acqua profonda "vecchia".

Lungo il transetto Sicilia-Sardegna queste acque profonde nuove non sono presenti in modo altrettanto chiaro. La stazione 231 mostra però un piccolo aumento solo della salinità oltre i 2250 m. Preludio all'ingresso futuro delle due nuove acque dense nel bacino tirrenico? Vedremo l'anno prossimo.

6.2.3 Bacino algerino e transetto Sardegna - Baleari

Il transetto Sardegna – Baleari (figura 6.2.3.1) divide il bacino Algero-Provenzale in due parti quasi uguali occupate in gran parte da una piana abissale a profondità relativamente costante e di circa 2800-2900 metri.

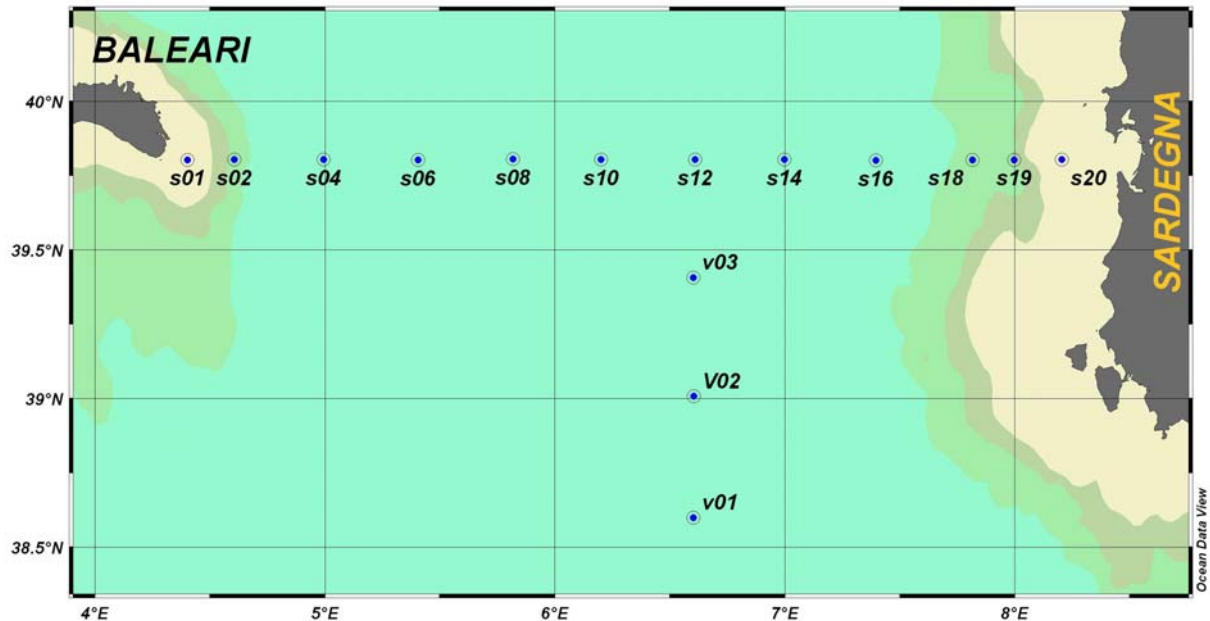


Figura 6.2.3.1. Il transetto V01-V03 nel bacino Algerino e quello Sardegna-Baleari costituito da CTD (Snn) e XBT T7 (Xnn)

Le stazioni sono state effettuate nel bacino algerino e tra la Sardegna e le Baleari.

L'analisi dei dati, con il diagramma TS (figura 6.2.3.2 sinistra), mostra la presenza delle acque profonde nuove lungo tutte le stazioni di profondità superiori ai 2000 m.

Con lo zoom oltre i 1500m (figura 6.2.3.2 destra) è invece possibile distinguere i diversi tipi di acqua profonda a seconda della loro collocazione nel bacino. È così che è possibile notare che dal centro del bacino, per passare dalla Sardegna e andando verso le Baleari le caratteristiche di B cambiano con un continuo e sostanziale aumento della temperatura e un leggero aumento della salinità. Considerando che l'acqua profonda nuova scende dal bacino settentrionale verso quello algerino, è quindi intuibile una diminuzione di temperatura e salinità nel suo procedere verso sud.

Un'analisi dei profili di tre stazioni poste vicino alle Baleari (S04 in rosso in figura 6.2.3.3), vicino alla Sardegna (S16 in verde) e al centro del bacino algerino (V01 in blu) mostra le differenze tra le acque profonde nuove nelle tre diverse aree.

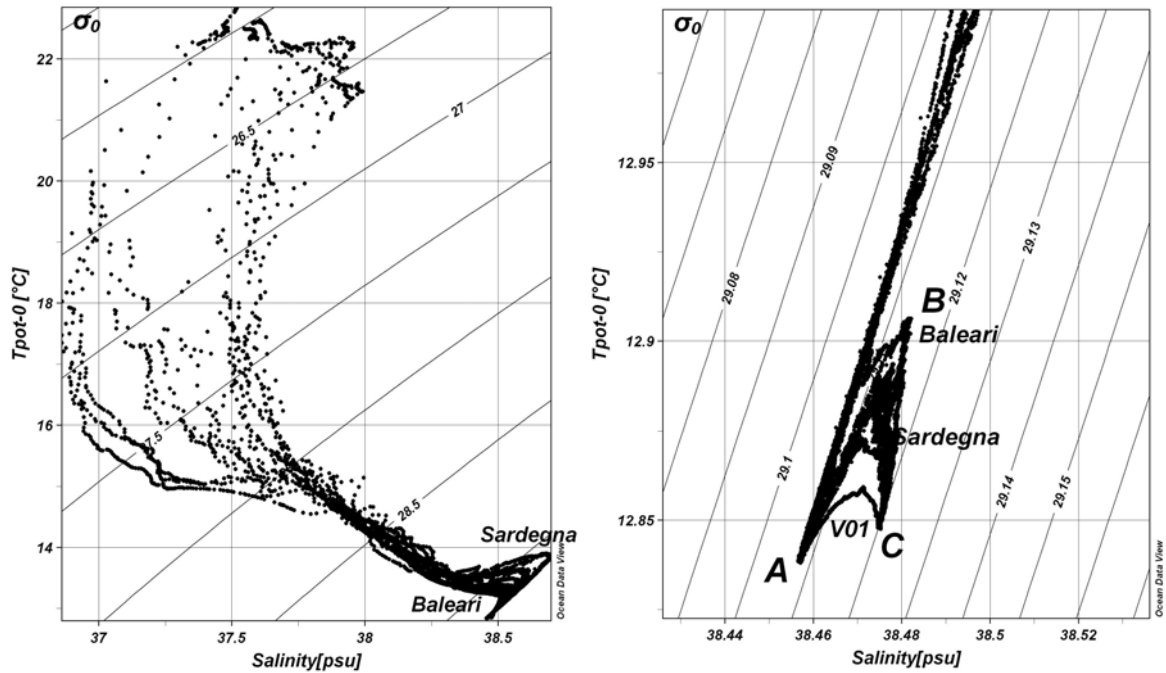


Figura 6.2.3.2. Diagramma TS di tutte le stazioni effettuate nel bacino algerino e tra Sardegna e Baleari (a sinistra) e zoom a profondità superiori ai 1500 m (a destra).

Nella S04 entrambi i due tipi di acque profonde nuove sono ben visibili riempiendo il bacino da circa 1637 m verso il fondo (vedi anche figura 6.2.3.4). Il massimo di temperatura (acqua tipo B) è piuttosto alto essendo posto a circa 1950 m.

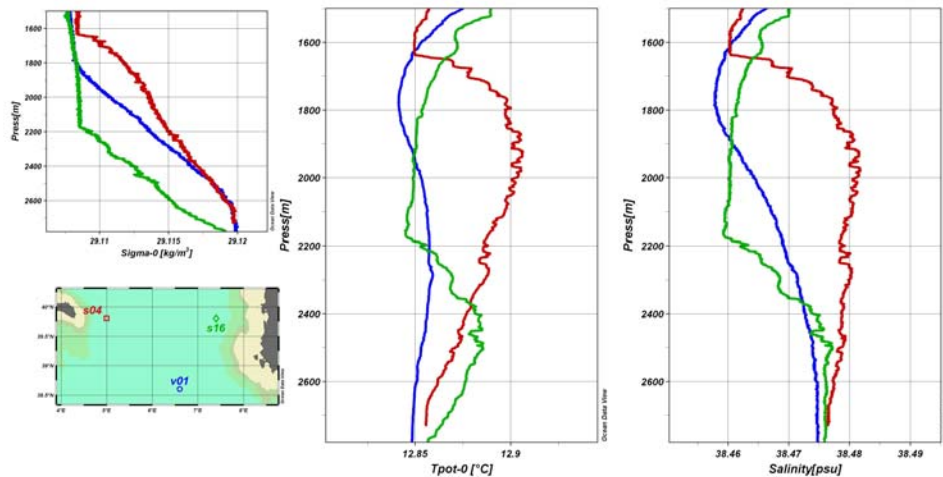


Figura 6.2.3.3. Profili di ossigeno disciolto (ml.l-1), temperatura potenziale (°C) e salinità (psu) tra i 1500 m ed il fondo in tre stazioni S04 (Baleari in rosso), S16 (Sardegna in verde) e V01 (centro bacino algerino in blu).

Alla stazione S16 vicino alla Sardegna il massimo di temperatura dell'acqua di tipo B è invece a circa 2500 m, cioè ben 500-600 m più in basso.

Alla stazione V01 è a circa 2200 m ma con valori nettamente più bassi che nelle precedenti stazioni.

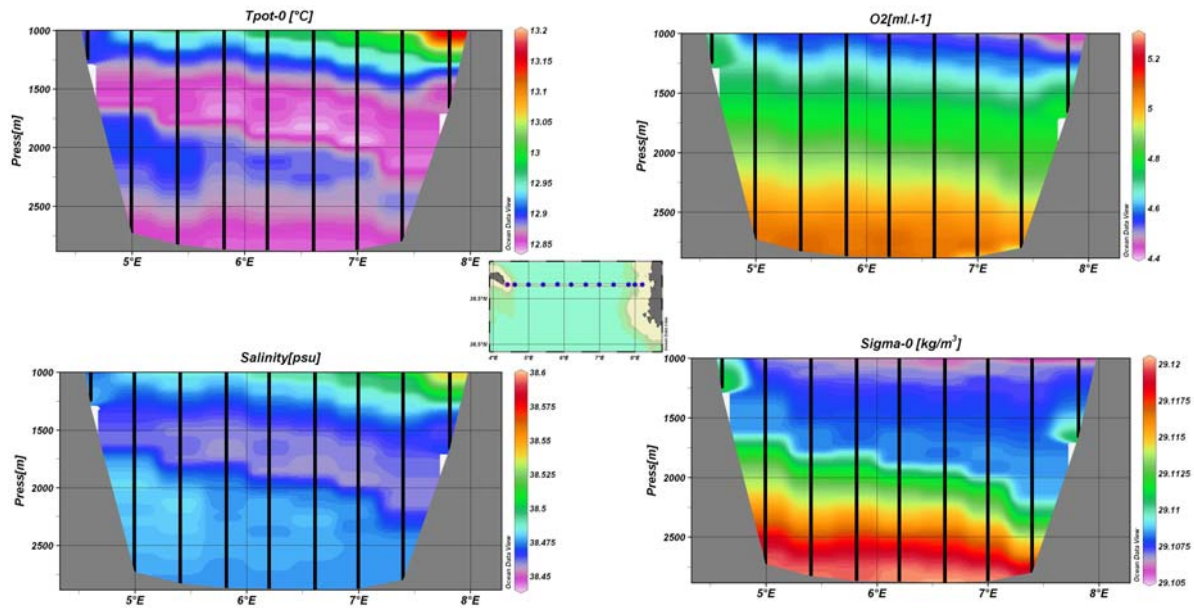


Figura 6.2.3.4.. Sezioni di ossigeno disciolto (ml.l-1), temperatura potenziale (°C), salinità (psu) e densità potenziale (Kg.m-3) tra i 1000 m ed il fondo lungo il transetto Baleari e Sardegna.

In superficie è interessante la presenza di un vortice a mesoscala (figura 6.2.3.5), anticiclonico come dimostrato dalla previsione del modello del Mediterraneo occidentale (WMRM, vedi figura 6.2.3.5)

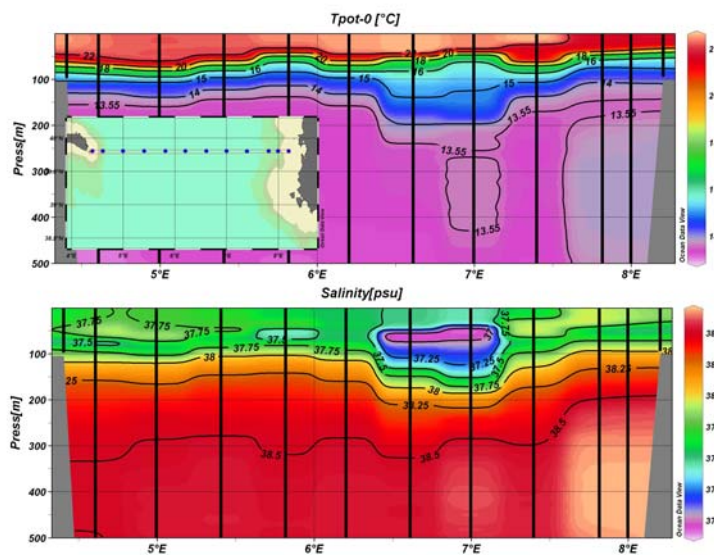


Figura 6.2.3.5.. Sezioni di temperatura potenziale (°C) e salinità (psu) tra la superficie ed i 500 m di profondità lungo il transetto Baleari e Sardegna.

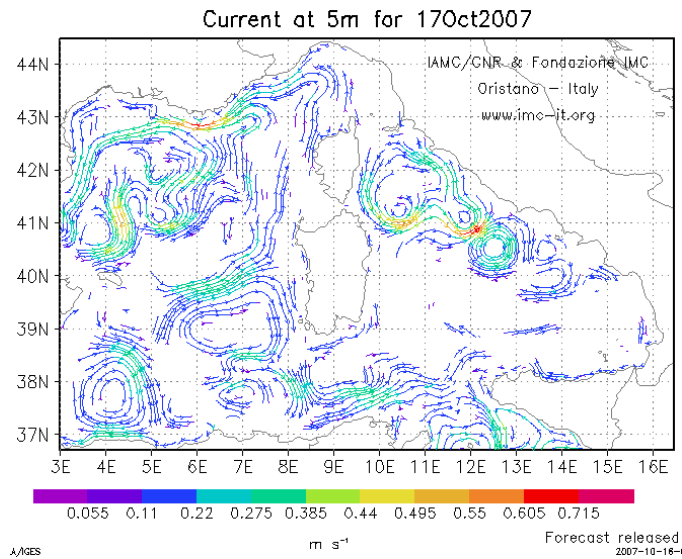


Figura 6.2.3.6. Campo di velocità della corrente a 5 m di profondità previsto per il 17 ottobre 2007. Un vortice anticiclonico è previsto tra la Sardegna e le Baleari.

Tale vortice è stato campionato nei pressi del suo centro per la presenza di acqua di tipo atlantico, con una profondità massima di circa 200-300 m ed un diametro di circa 200 km. È caratterizzato al suo centro da una salinità < 37.00 , che indica la presenza di Acqua Atlantica.

La presenza reale del vortice è stato utile per verificare, almeno in questa zona, il corretto funzionamento del modello del Mediterraneo occidentale.

La sua corretta posizione e dimensioni in superficie saranno ulteriormente verificate mediante immagini satellitari. La sua presenza è comunque confermata anche dai dati XBT acquisiti in contemporanea a quelli CTD.

6.2.4 Mare Balearico e Golfo del Leone

Terminato il transetto Sardegna – Baleari si è passati al transetto Baleari - Spagna continentale e, a seguire, il Golfo del Leone.

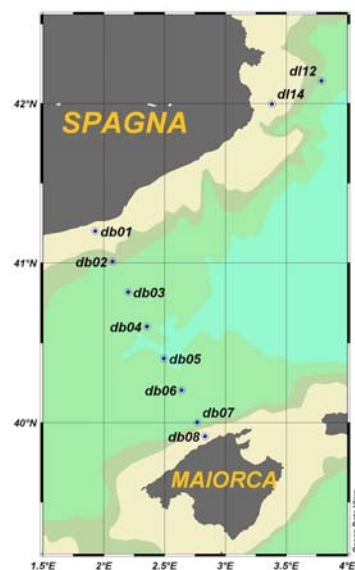


Figura 6.2.4.1. Stazioni effettuate tra le Baleari e la Spagna continentale (Bnn) e nel Golfo del Leone (Lnn).

Purtroppo, a causa di un improvviso peggioramento delle condizioni del mare (vento a 55 nodi e mare agitato), si è dovuto terminare il transetto nel Golfo del Leone anzitempo andando a riparare a nord del Golfo.

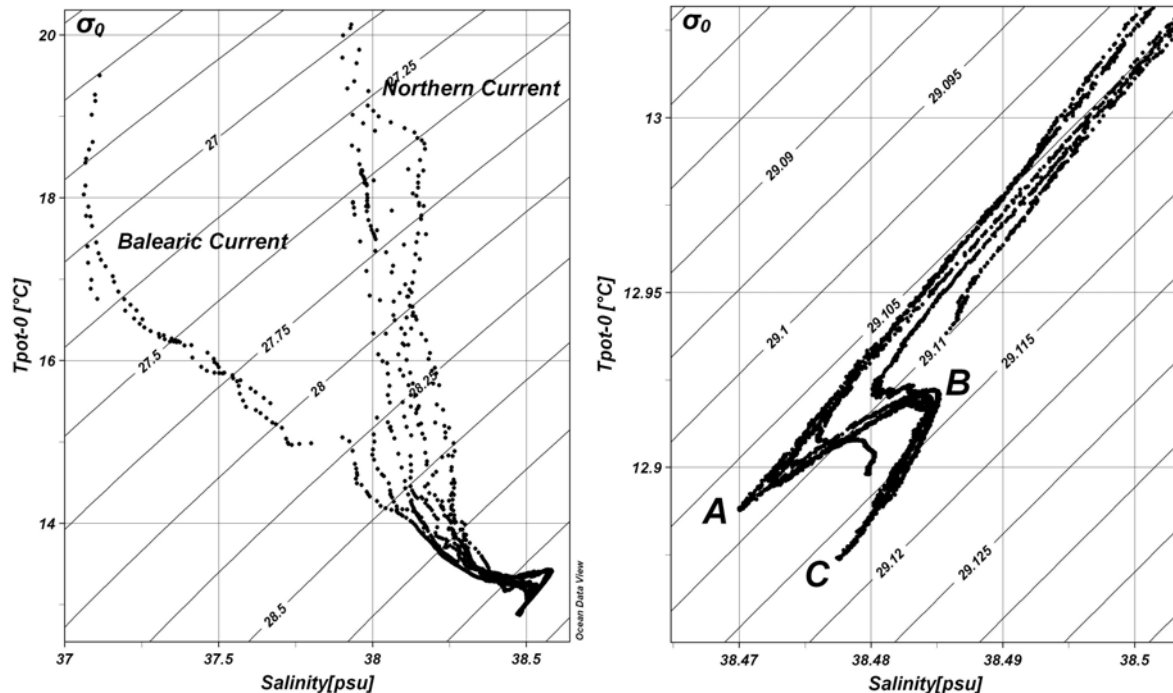


Figura 6.2.4.2. Diagrammi TS lungo l'intera colonna (a sinistra) e solo per la parte profonda (a destra)

La prima analisi dei dati mediante il diagramma TS (figura 6.2.4.2 a sinistra), mostra la presenza di due tipi di acque superficiali già descritte da diversi autori (Astrali *et al.*, 1999; Millot, 2002; Pinot *et al.*, 2002 ed altri): la più ampia, calda e salata *Northern Current* proveniente dal bacino Liguro-Provenzale e diretta verso sud e la più ridotta, fresca e meno salata *Balearic Current* diretta verso nord.

A livello profondo (cioè superiore ai 900 m; figura 6.2.4.2 a destra) è stata riscontrata la presenza dei tre tipi di acque profonde (A, B e C) già osservate nelle precedenti aree. L'acqua di tipo A è presente profondità comprese tra i 900 – 1000 m, la B tra 1200-1400 m circa e la C a circa 1880 m circa.

6.2.5 Transetto S.Remo – Corsica e stazione DYFAMED

Le pessime condizioni meteomarine ci hanno impedito di terminare le stazioni nel Golfo del Leone e di effettuare quelle del transetto V04-V07. Ci si è quindi diretti verso nord al transetto S.Remo – Corsica (stazioni 9nn in figura 6.2.5.1).

Il transetto è stato effettuato in circa 24 ore in condizioni meteomarine stabili. La stazione DYFAMED (abbreviata di DYF) è stata la prima effettuata.

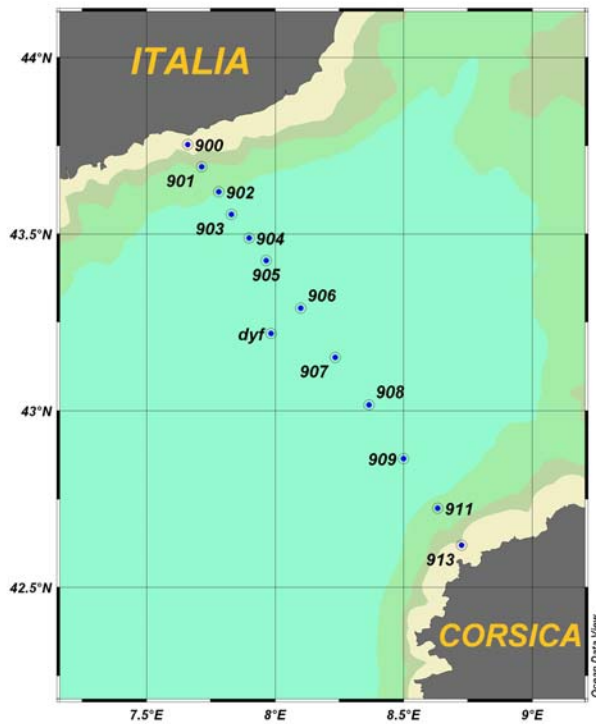


Figura 6.2.5.1. Il transetto S.Remo – Corsica e la stazione DYFAMED

L'analisi dei dati partendo dal diagramma TS lungo l'intera colonna mostra una grande variabilità nei valori di temperatura e salinità nello strato superficiale (figura 6.2.5.2, sinistra).

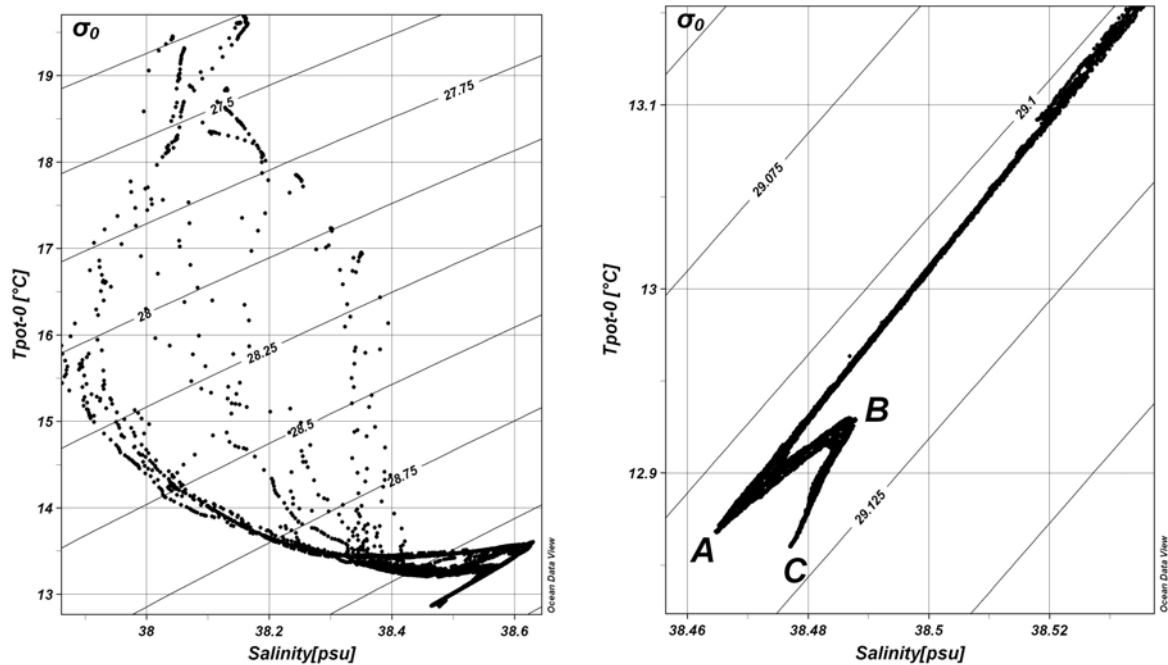


Figura 6.2.5.2. TS superficiale (a sinistra) e profondo (a destra) lungo transetto S.Remo – Corsica (inclusa la stazione DYFAMED)

Il diagramma solo per la parte profonda (figura 6.2.5.2, destra) mostra invece la presenza dei tre tipi di acqua profonda, la vecchia (A) posta tra i 1200 ed i 1500 m di profondità e le due nuove (B e C), rispettivamente tra i 1800 ed i 2000m e tra i 2300 ed i 2700 m di profondità.

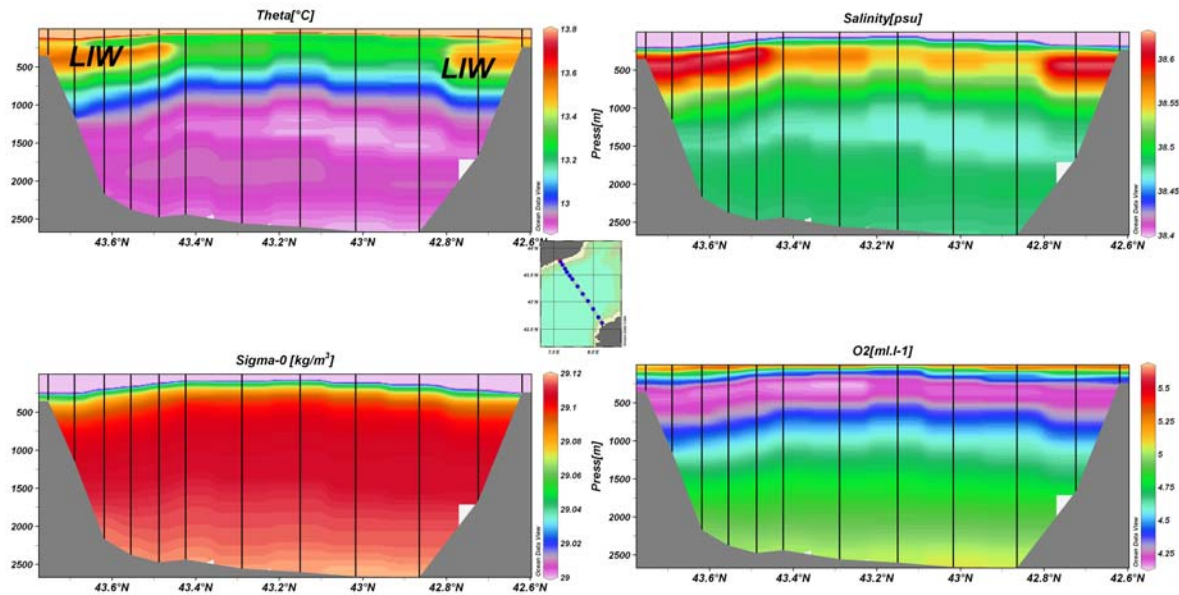


Figura 6.2.5.3. Sezioni di temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinità (psu), ossigeno disciolto (ml.l^{-1}) e densità potenziale (kg.m^{-3}) del transetto S.Remo – Corsica lungo tutta la colonna d’acqua

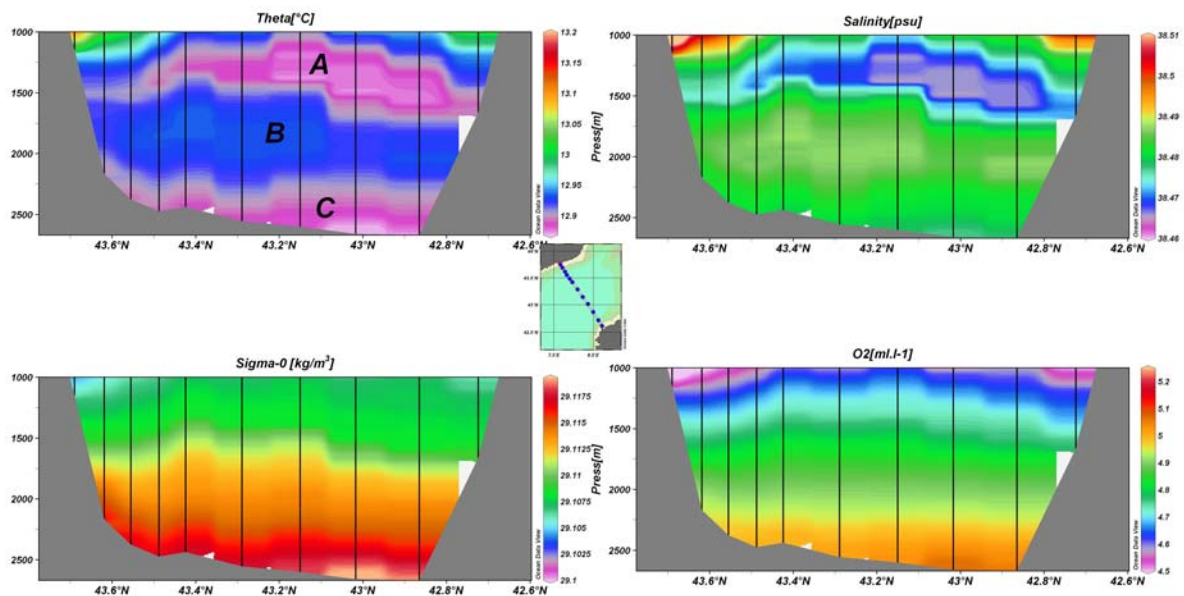


Figura 6.2.5.4. Sezioni profonde (oltre i 1000 m) di temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinità (psu), ossigeno disciolto (ml.l^{-1}) e densità potenziale (kg.m^{-3}) del transetto S.Remo – Corsica lungo tutta la colonna d’acqua

L’analisi delle sezioni complete (figura 6.2.5.3) mostra la presenza della LIW su ambo i lati del transetto a circa 400-500 m di profondità, seguita al di sotto da acqua profonda. Da

un'analisi della parte profonda, oltre i 1000 m (figura 6.2.5.4), mostra invece i tre tipi di acqua profonda (A, B, C) già identificati con i diagrammi TS,

6.2.6 Alto Tirreno

Sette sono le stazioni effettuate tra Mar Ligure e Alto Tirreno (figura 6.2.6.1). In seguito, condizioni meteo-marine avverse hanno impedito il regolare svolgimento delle operazioni di bordo ed hanno obbligato a ricoverare all'Isola d'Elba per circa due giorni.

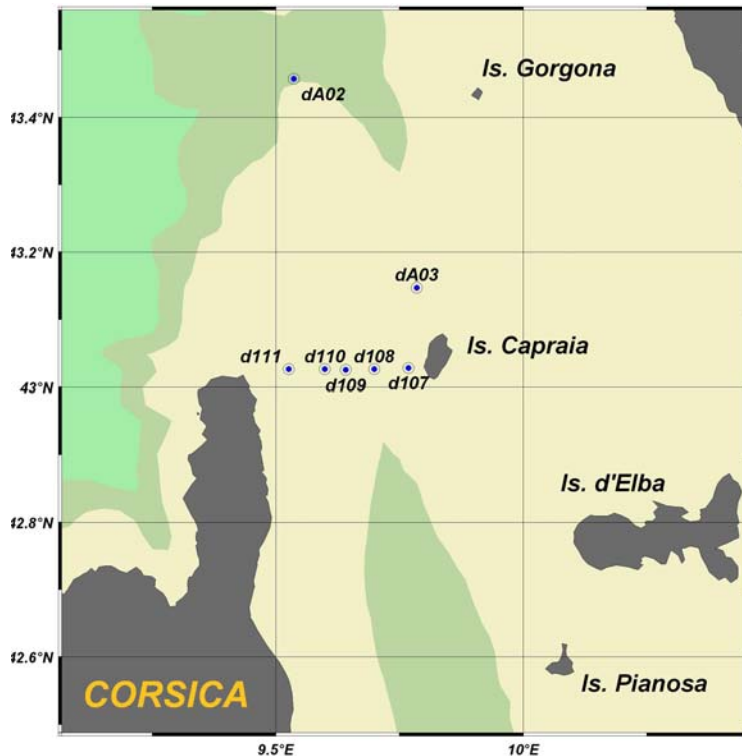


Figura 6.2.6.1. Le stazioni effettuate tra il Mar Ligure e l'Alto Tirreno.

L'analisi dei dati, in particolare la sezione nel Canale di Corsica (figura 6.2.6.2), mostra uno strato mescolato di notevole spessore (circa 70 metri). Al di sotto è visibile la MAW seguita, scendendo verso il fondo, dalla LIW (con una salinità massima di 38.63).

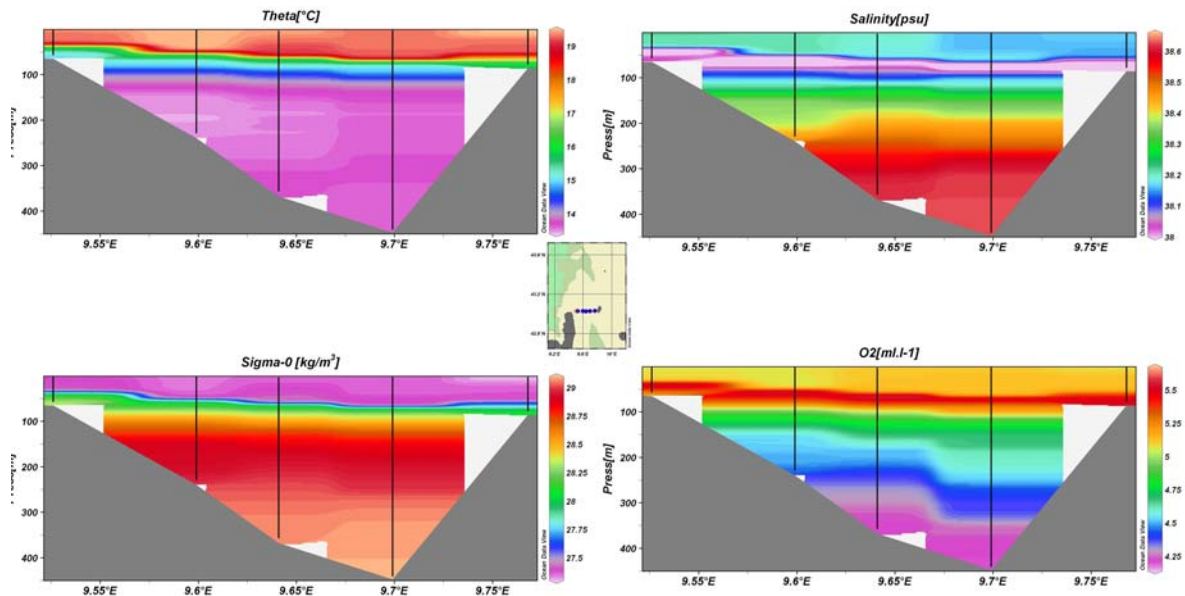


Figura 6.2.6.2. Sezione nel Canale di Corsica.

La sezione da A2 a 111 non dà alcuna informazione aggiuntiva.

La presenza della LIW, in particolare alle stazioni 108 e A02, è ben visibile in figura 6.2.6.3. Nella stazione 108, Canale di Corsica, risulta più calda e più salata che nel Golfo Ligure (A02).

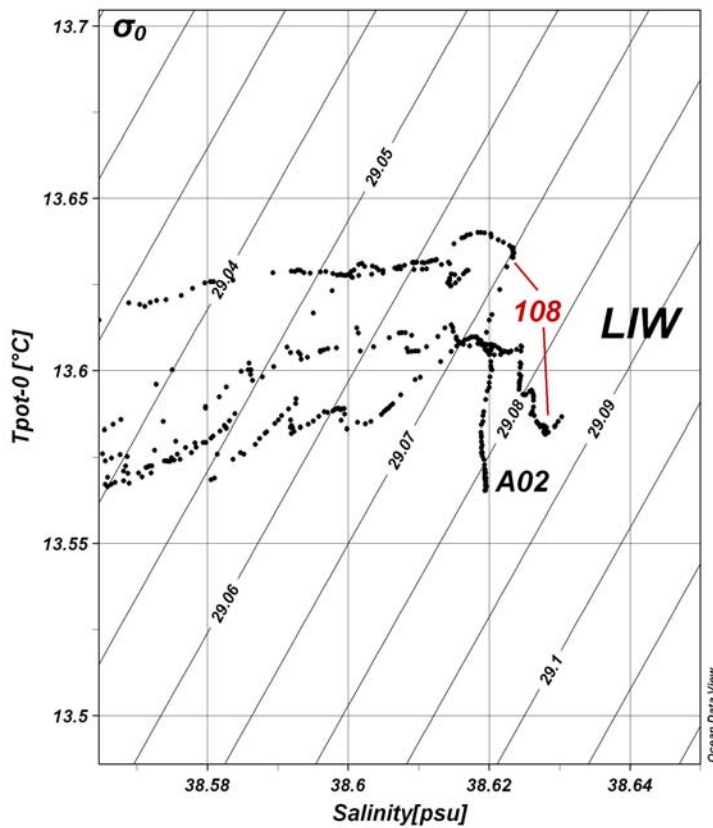


Figura 6.2.6.3. Zoom sulle acque intermedie (LIW) del diagramma TS delle stazioni nell'area di studio. La LIW è visibile nelle stazioni 108 e A02.

6.3 Catene correntometriche

Durante la campagna sono state manutenzionate alcune catene correntometriche (figura 6.3.0.1) nel mar Ionio occidentale (3 catene), nello Stretto di Sicilia (2 catene), nel Canale di Corsica (1 catena).

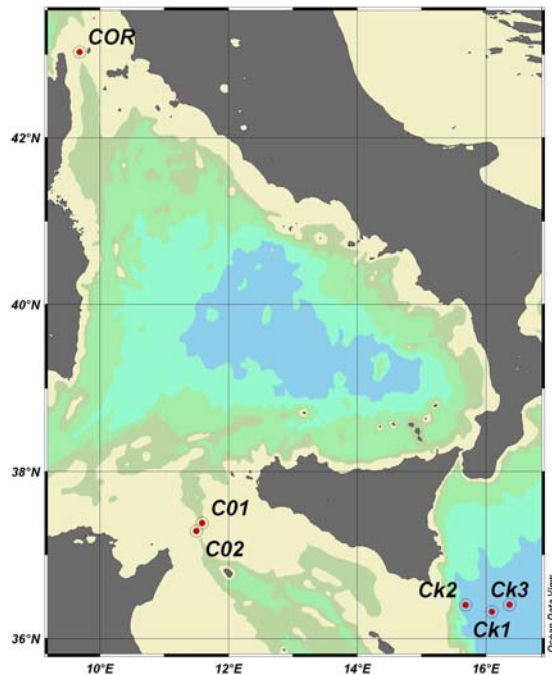


Figura 6.3.0.1. La posizione delle 5 catene correntometriche manutenzionate.

Saranno di seguito descritte nelle diverse aree di posizionamento.

6.3.1 Mar Ionio occidentale

Nel mar Ionio occidentale le tre catene correntometriche sono note come Ck1, Ck2 e Ck3 (figure 6.3.1.2, 6.3.1.3 e 6.3.1.4, rispettivamente). Sono posizionate a sud est della Sicilia, nel mar Ionio occidentale, fra 30-70 miglia da Capo Passero.

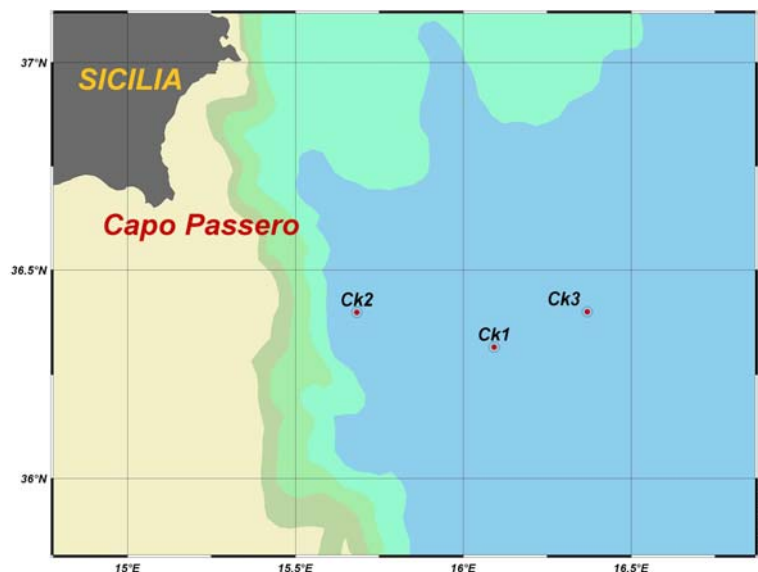


Figura 6.3.1.1. La posizione delle 3 catene correntometriche

Nella tabella seguente sono presenti le coordinate delle tre catene correntometriche:

catena	Longitudine [° 'E]	Latitudine [° 'N]	Fondo [m]	Data [gg/mm/aa]	Lunghezza della catena [m]
Ck1	16 05.55	36 18.96	3420	07/10/2007	1520
Ck2	15 41.00	36 23.96	3400	08/10/2007	300
Ck3	16 22.20	36 24.07	3400	08/10/2007	300

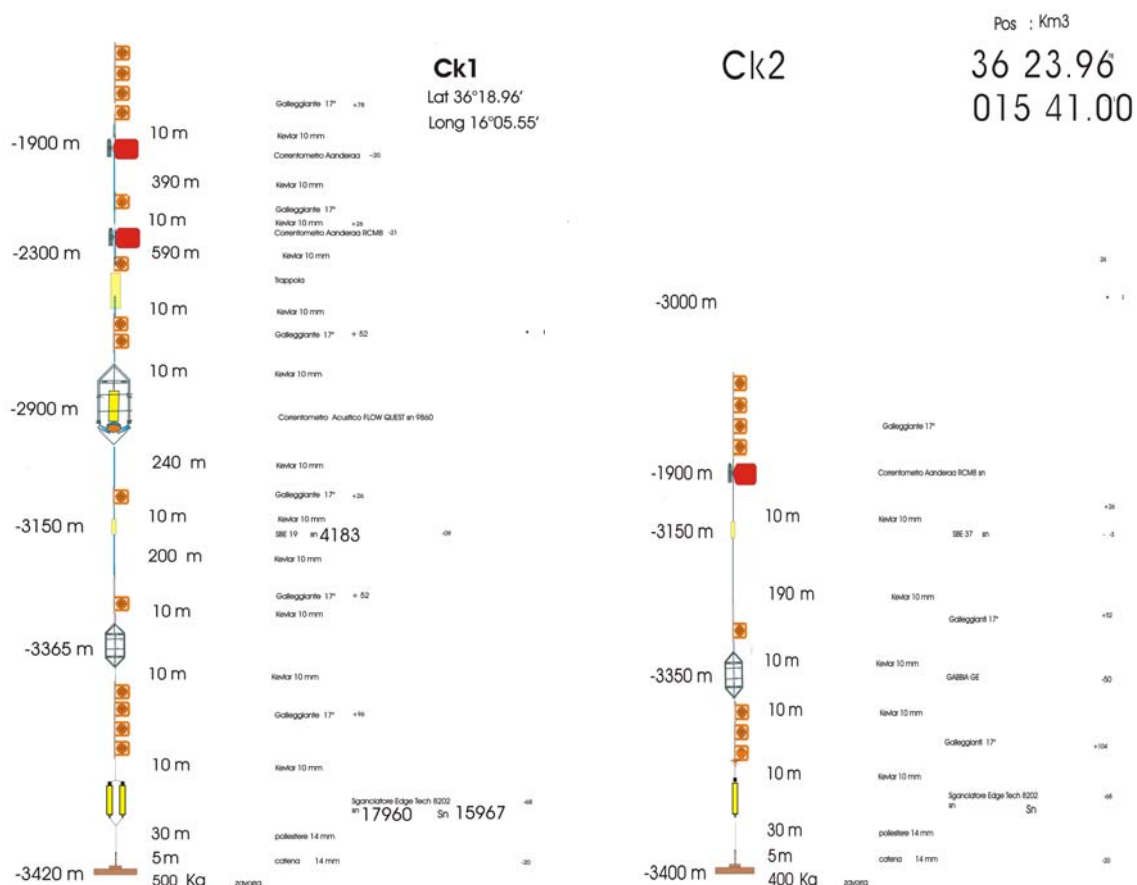


Figura 6.3.1.2. La catena correntometrica Ck1

Figura 6.3.1.3. La catena correntometrica Ck2

Tutte e tre le catene erano strutturate (vedi figure 6.3.1.2, 6.3.1.3 e 6.3.1.4), dall'alto verso il basso, con quattro boe galleggianti da 17 pollici ciascuna, seguite da un correntometro Nortek (in Ck3) o un vecchio Aanderaa RCM8 (Ck1 e Ck2). Quindi le catene Ck2 e Ck3 sono organizzate come segue: un CTD MicroCAT SBE37, quattro boe galleggianti come sopra, una gabbia per la misura della corrosione ed uno sganciatore Edge Tech 8202. La catena Ck3 invece era fornita di 10 boe galleggianti come sopra, un correntometro Aanderaa RCM8, un correntometro acustico Flow Quest, due sganciatori Edge Tech 8202. I cavi di tutte e tre le

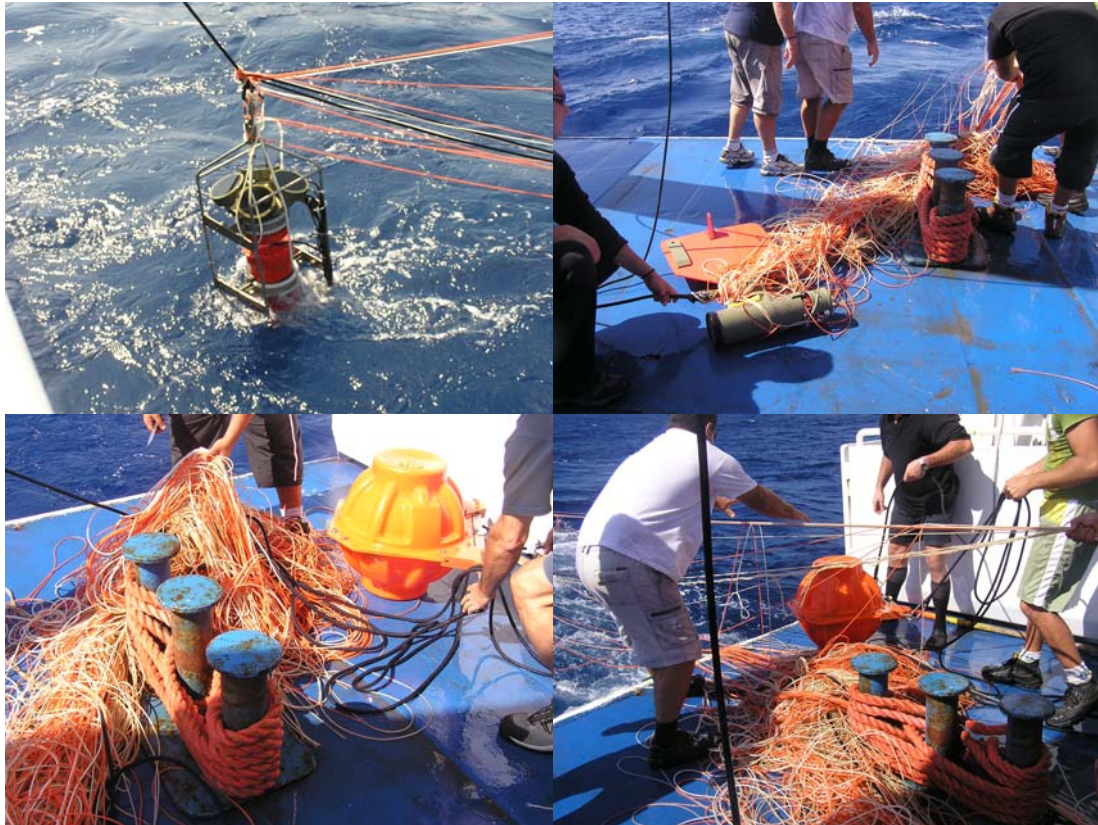


Figura 6.3.1.5. I fili di nylon di colore bianco e arancio che si erano attorcigliati attorno a tutte e tre le catene rendendo difficoltoso il loro recupero.

Il recupero delle tre catene è stato particolarmente lungo e difficoltoso a causa dell'estesa presenza, in loco, di fili di nylon di colore giallo-bianco-arancio di circa 5 mm di diametro (vedi serie di foto 6.3.1.5). Questi fili di nylon, della lunghezza ciascuno di diverse migliaia di metri, sono utilizzati in questa zona dai pescatori siciliani per un tipo di pesca detta a “Cannizzi”.

I fili servono per tenere legate al fondo canne al di sotto delle quali il pesce va a riparare. Dopo la pesca canne e fili vengono abbandonati e, lentamente, affondano andando a coprire tutto ciò che sta sul fondo, con indubbi problemi ecologici.

Questi fili, nel loro movimento di sprofondamento e di spostamento orizzontale trascinati dalle correnti, si intrecciano alle catene correntometriche aumentandone il peso (con problemi di galleggiamento al momento dello sganciamento per il loro recupero) e logorando, con lo sfregamento, cime e cavi.

6.3.2 Stretto di Sicilia

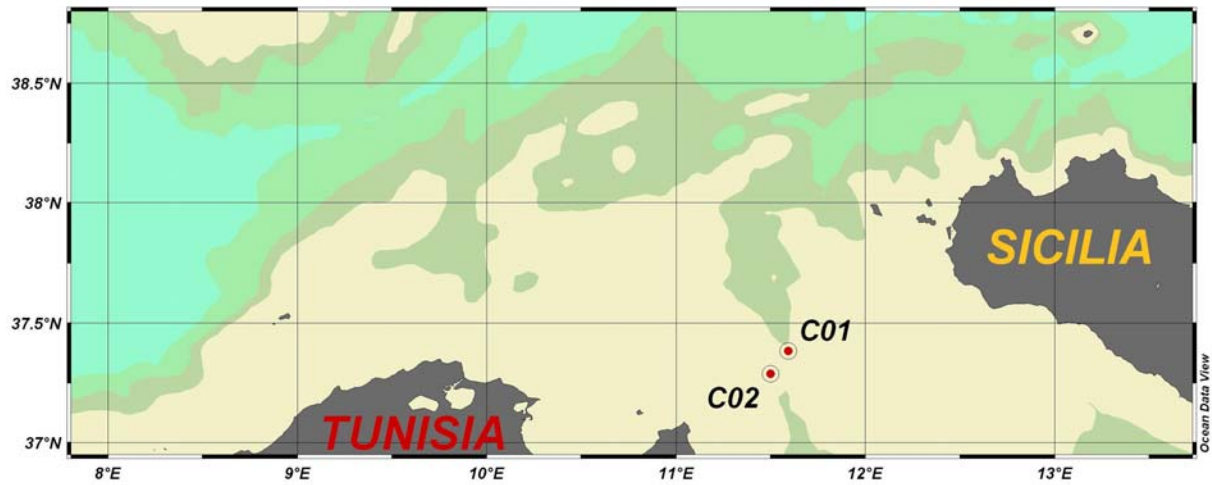


Figura 6.3.2.1. Posizione delle catene correntometriche C01 e C02 nello Stretto di Sicilia

Nello Stretto di Sicilia le due catene correntometriche sono note come C01 e C02 (figure 6.3.2.2 e 6.3.2.3, rispettivamente). Queste due catene sono poste, ciascuna, al centro dei due canali che collegano a profondità intermedio-profonde il Mediterraneo orientale a quello occidentale permettendo il passaggio della LIW e della tEMDW dal Canale di Sicilia al mar Tirreno. Tutte e due le catene erano strutturate (vedi figure 6.3.2.2 e 6.3.2.3), dall'alto verso il basso, con una boa con trasmettitore satellitare Argos SMM 2000X ID, che entra in funzione non appena la catena viene sganciata e sale in superficie.

Nella tabella seguente sono presenti le coordinate delle due catene correntometriche:

catena	Longitudine [° 'E]	Latitudine [° 'N]	Fondo [m]	Data [gg/mm/aa]	Lunghezza della catena [m]
C01	11 35.58	37 22.98	450	12/10/2007	355
C02	11 30.00	37 17.17	527	12/10/2007	283

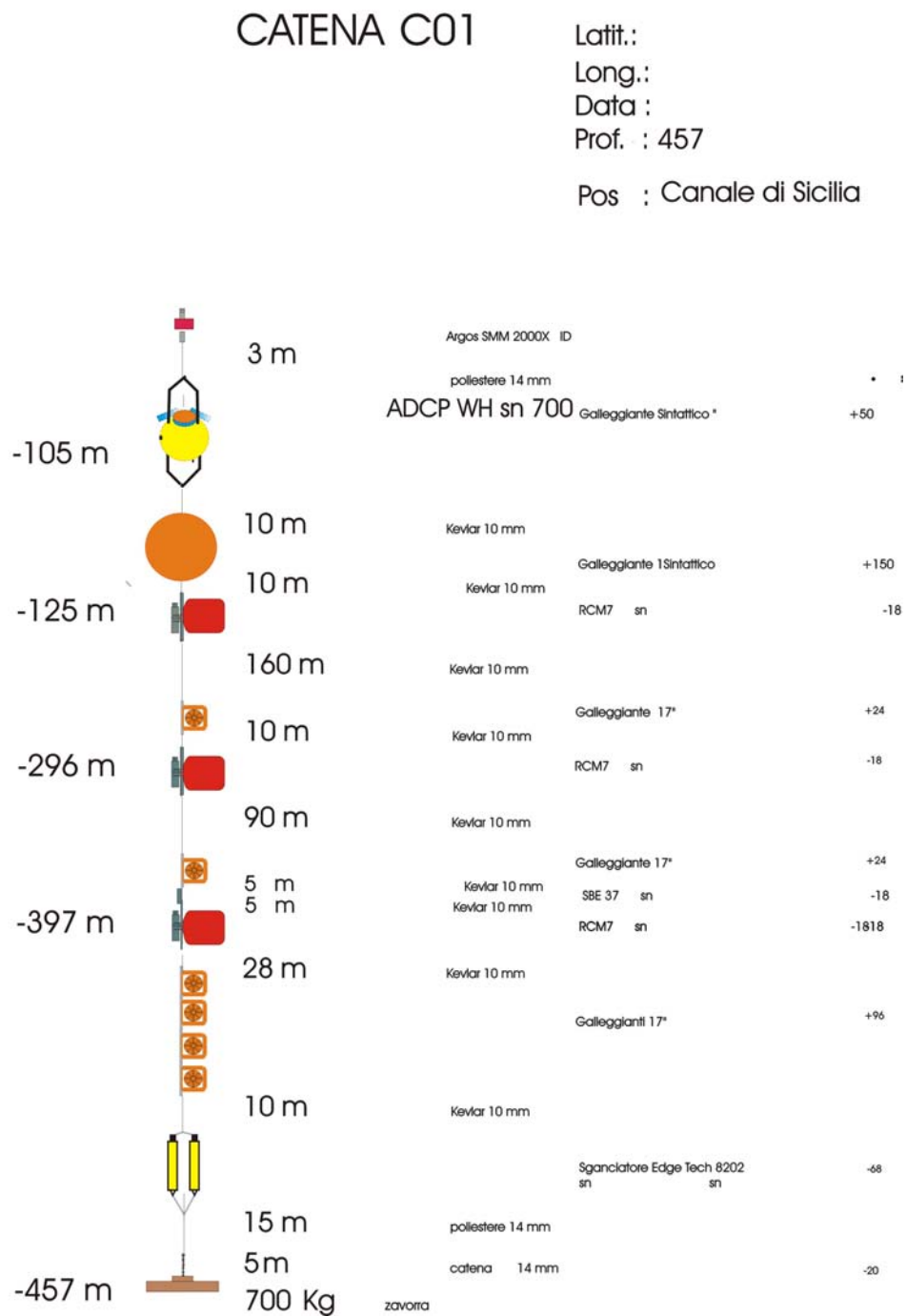


Figura 6.3.2.2. Schema della catena correntometrica C01 ancorata nello Stretto di Sicilia, lato Sicilia

CATENA C02

Latit.:

Long.:

Data:

Prof. : 527

Pcs : Canale di Sicilia

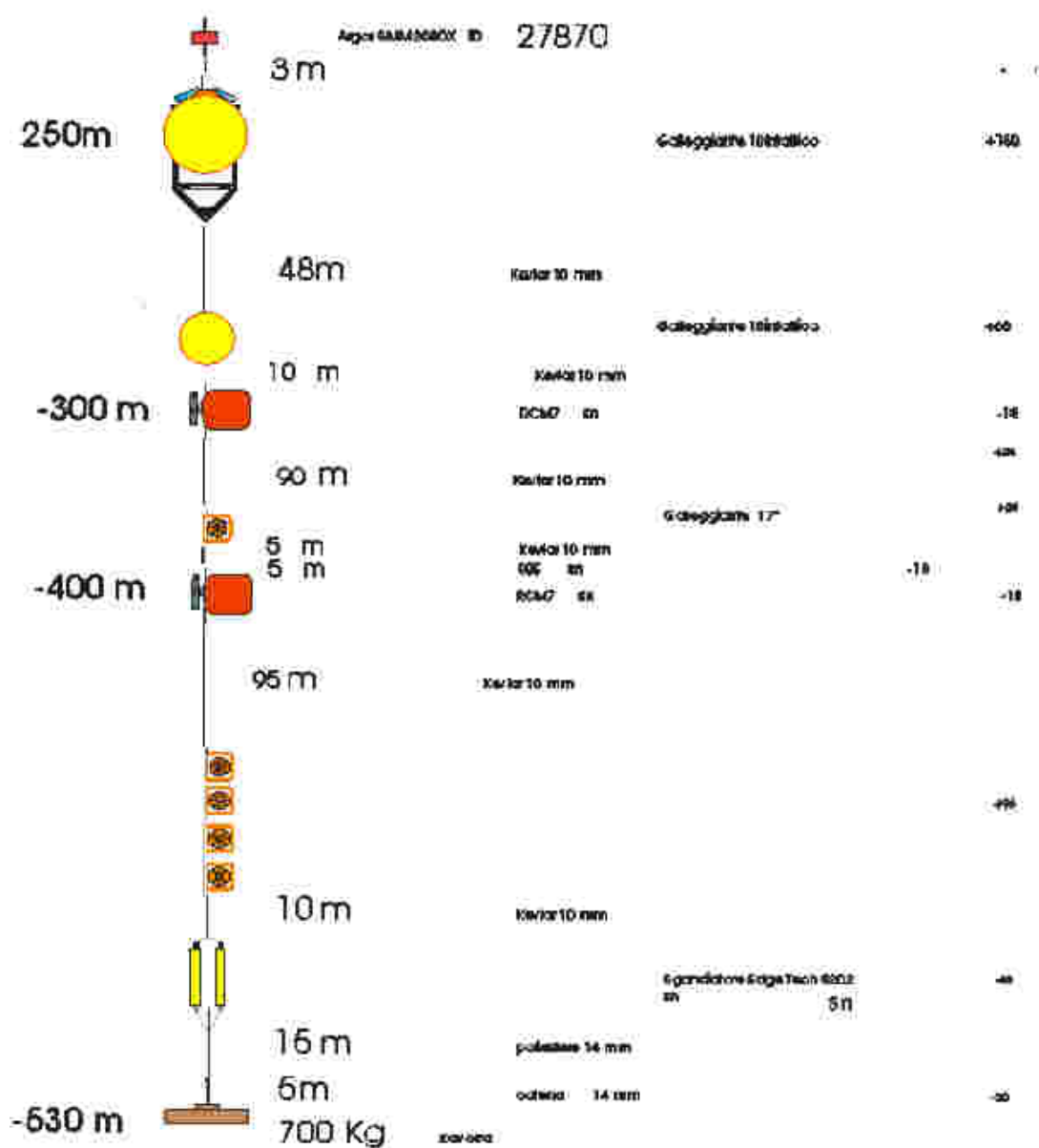


Figura 6.3.2.3. Schema della catena correntometrica C02 ancorata nello Stretto di Sicilia, lato Tunisia

Quindi la boa C01 (figura 6.3.2.2) ha la seguente strumentazione: un ADCP WH sn 700 posto all'interno di un galleggiante sintattico, un galleggiante sintattico, tre correntometri meccanici RCM7, 6 boe galleggianti da 17 pollici, uno sganciatore doppio Edge Tech 8202. Strumenti e galleggianti sono quindi tenuti assieme da cavo in kevlar da 10 mm o in poliestere da 14 mm di diametro, da una catena da 14 mm che tiene la strumentazione legata al fondo tramite una zavorra da 700 kg composta da due ruote di treno.

La boa C02 (figura 6.3.2.3) ha la seguente strumentazione: due galleggianti sintattici, due correntometri meccanici RCM7, quattro boe galleggianti da 17 pollici, uno sganciatore doppio Edge Tech 8202. Cavi, catene terminali e zavorra sono infine uguali a quelli usati per la catena C01.

6.3.3 Canale di Corsica

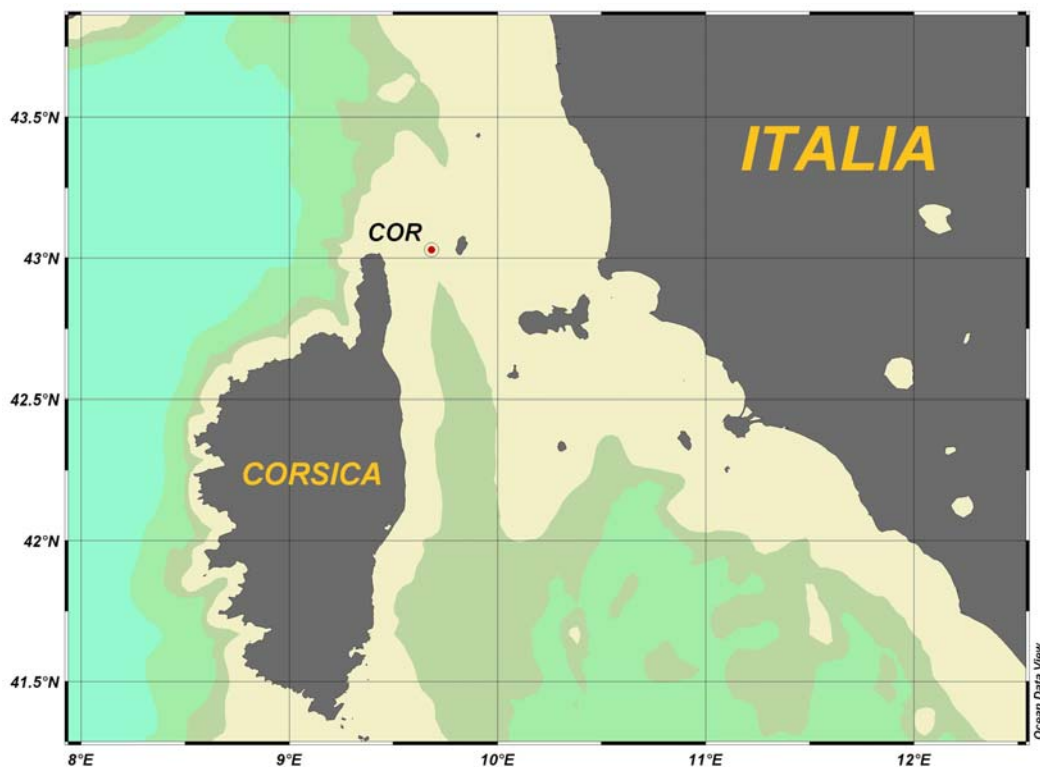


Figura 6.3.3.1. Posizione della catena correntometrica COR nel Canale di Corsica

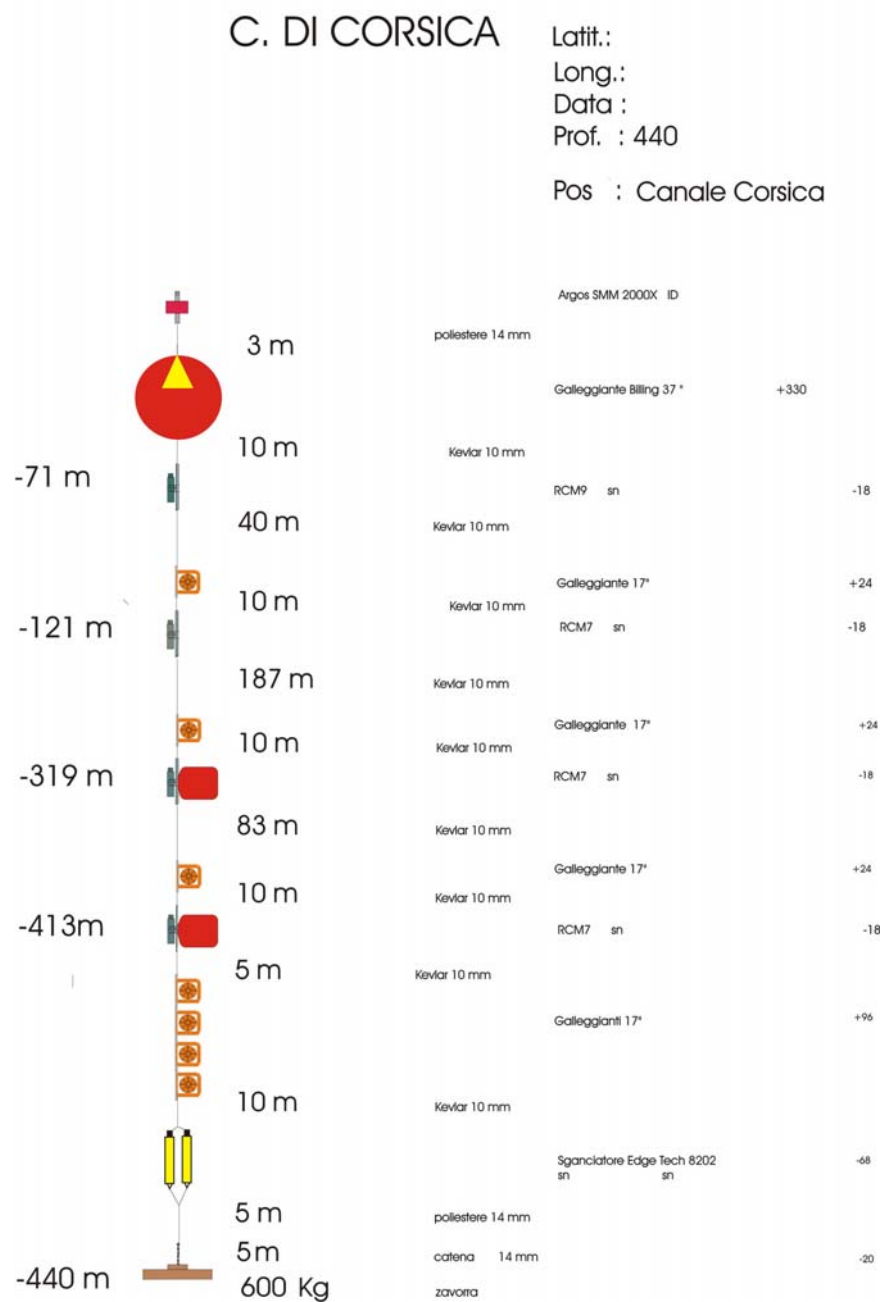
Nella tabella seguente sono presenti le coordinate della catena correntometrica:

catena	Longitudine [° 'E]	Latitudine [° 'N]	Fondo [m]	Data [gg/mm/aa]	Lunghezza della catena [m]
COR	009 41.123	43 01.766	440	24/10/2007	378

La catena era strutturata (vedi figure 6.3.3.2), dall’alto verso il basso, da una boa con trasmettitore satellitare Argos SMM 2000X ID come nello Stretto di Sicilia.

Quindi la boa COR (figura 6.3.3.2) ha la seguente strumentazione: un galleggiante Billing <37 pollici di diametro, un correntometro meccanico RCM7, due correntometri meccanici RCM9, un CTD SBE37, 7 boe galleggianti da 17 pollici di diametro, uno sganciatore doppio Edge Tech 8202. Strumenti e galleggianti sono quindi tenuti assieme da cavo in kevlar da 10 mm o in poliestere da 14 mm di diametro, da una catena da 14 mm che tiene la strumentazione legata al fondo tramite una zavorra da 600 kg composta da due ruote di treno.

Figura 6.3.3.2. Struttura della catena correntometriche COR nel Canale di Corsica



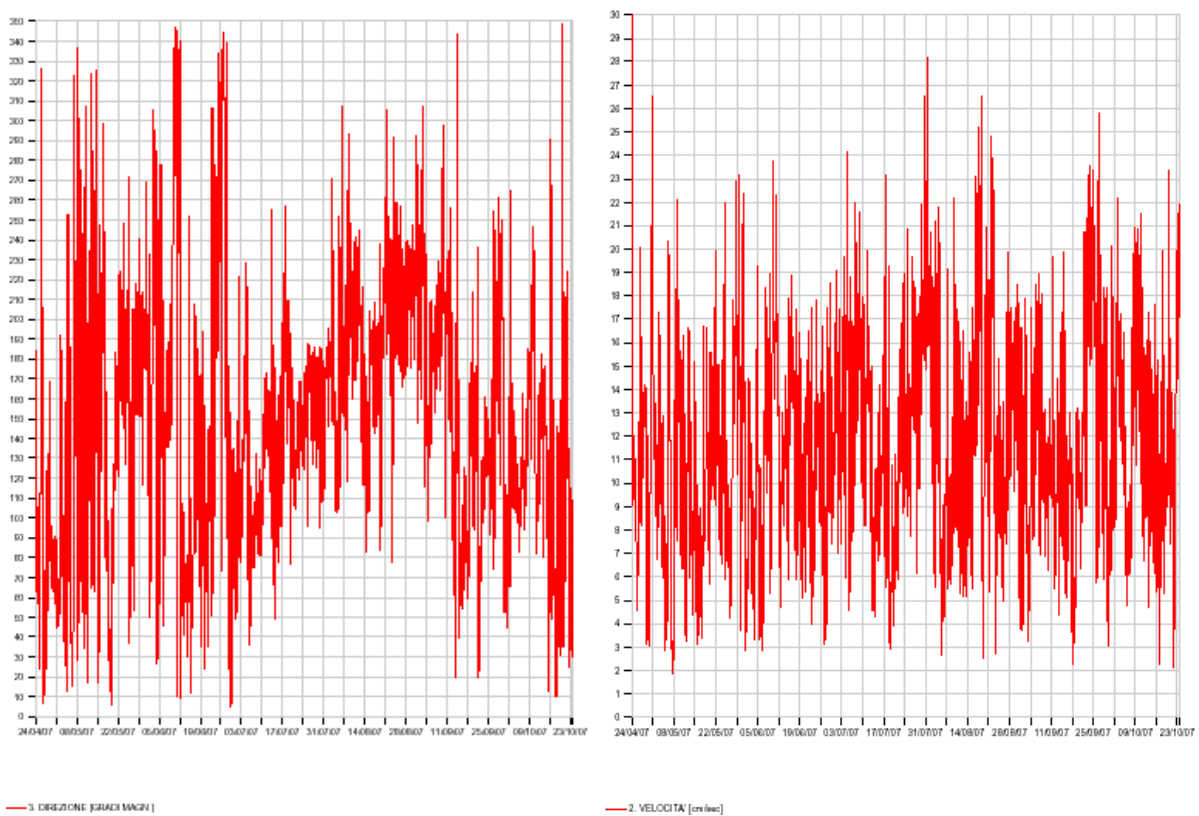


Figura 6.3.3.3. Direzione (°, sinistra) e velocità della corrente (cm.s-1; destra) al correntometro acustico AANDERAA RCM9 sn 127 posizionato a 121 m di profondità

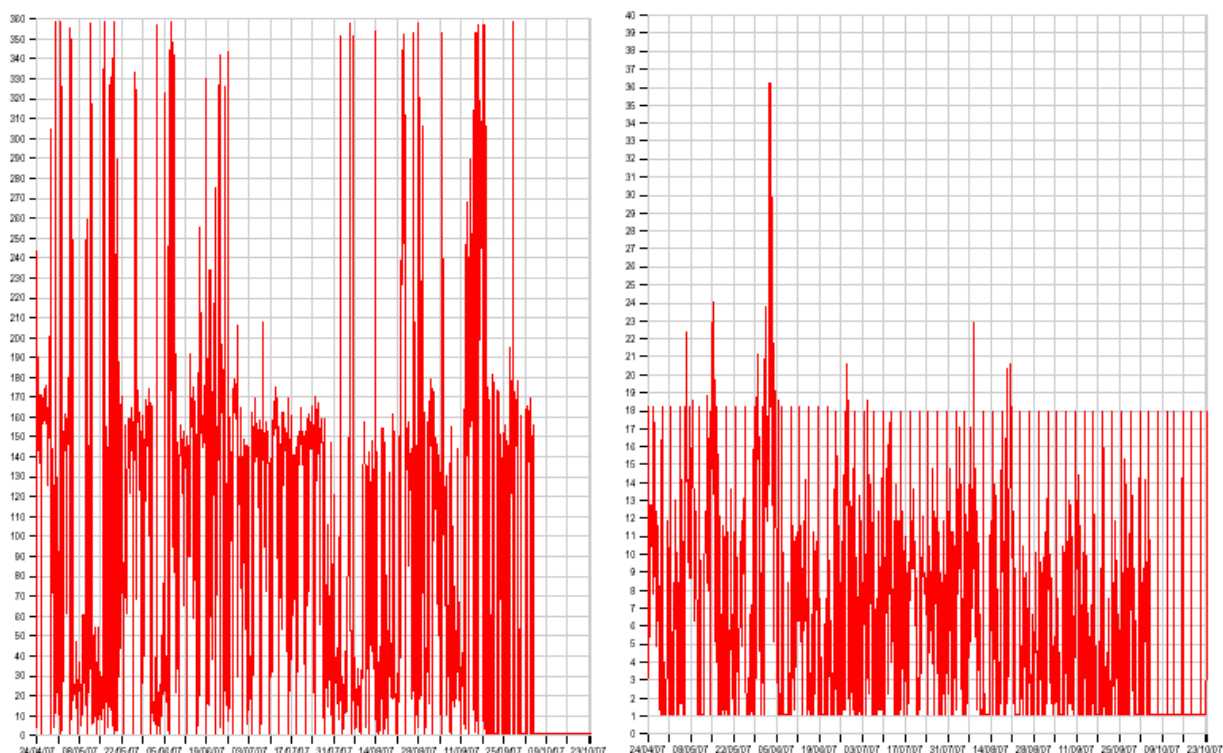


Figura 6.3.3.4. Direzione (°, sinistra) e velocità della corrente (cm.s-1; destra) al correntometro meccanico AANDERAA RCM7 sn 10012 posizionato a 413 m di profondità

Il correntometro acustico posizionato a 121 m mostra una grande variazione della direzione della corrente da metà aprile ai primi di luglio 2007 quando si hanno picchi meno frequenti (figura 6.3.3.2.3).

La corrente ha comunque direzione verso sud-est o verso sud-ovest. La velocità è invece relativamente costante tra i 10-13 cm.s⁻¹ con un leggero aumento nel periodo di agosto.

Il correntometro sottostante a 413 m (figura 6.3.3.2.4) di profondità mostra una corrente con direzione relativamente costante a circa 140° (secondo quadrante), cioè corrente verso sud-est, ma una velocità media che decresce da circa 10 cm.s⁻¹ a fine aprile a circa 5 cm.s⁻¹ a metà ottobre 2007.

Il CTD SBE posto a circa 400 m di profondità (figura 6.3.3.2.5) mostra infine i valori di temperatura e salinità relativi sempre allo stesso periodo (fine aprile – fine ottobre).

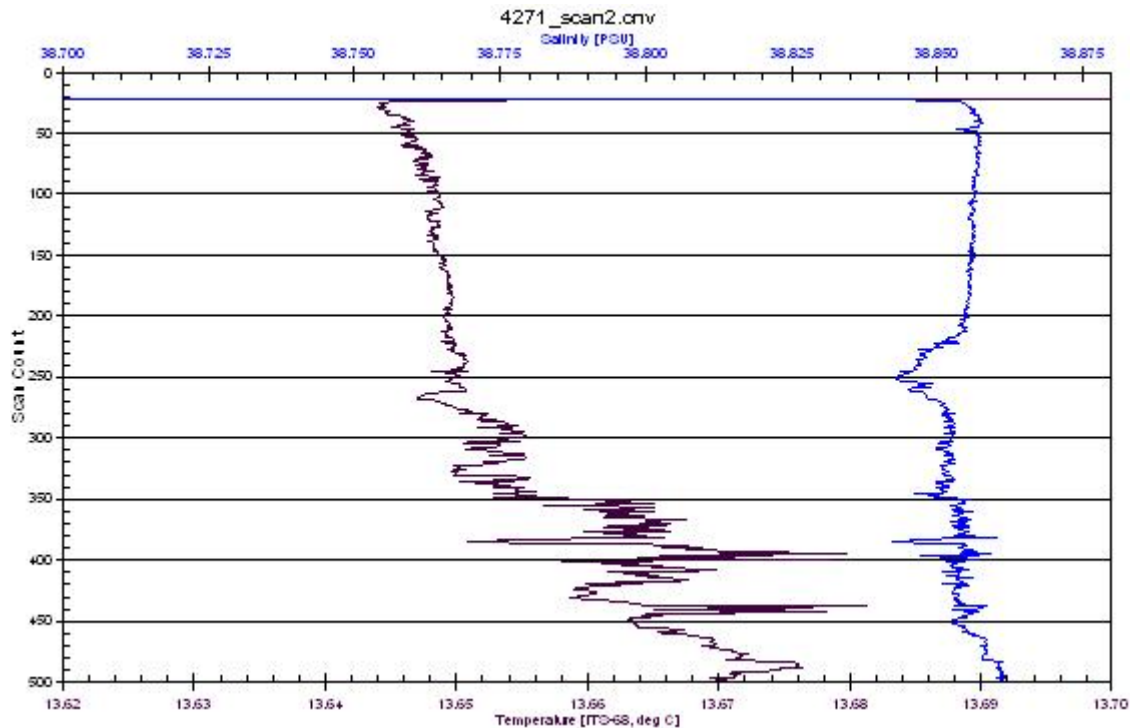


Figura 6.3.3.2.5. MicroCaT SBE 37 sn 4271 di temperatura (°C) e salinità a 400 m circa di profondità

Mentre la salinità risulta relativamente costante e attestata su valori compresi tra 38.45 e 38.55, la temperatura mostra una maggiore variabilità con minimi ad aprile (<13.65 °C) e massimi a settembre-ottobre con valori > 13.67 °C.

6. 4 XBT

Durante i trasferimenti della nave tra le varie stazioni di CTD e/o i correntometri, sono stati effettuati lanci di sonde di modello T4, T7 e DB. Le figure sotto riportate, che riportano le temperature in funzione della profondità, sono state ottenute utilizzando il software ODV. Nessuna delle sonde ha toccato il fondo prima di terminare l'acquisizione, per cui la zona scura nella parte inferiore delle figure indica solo la quota a cui è terminata l'acquisizione. Nel trasferimento da Capo Passero all'inizio del transetto tra Sicilia e Tunisia non sono stati effettuati lanci a causa del fondale poco profondo, mentre nel tratto tra Barcellona e Marsiglia (transetto attraverso il Golfo del Leone) le pessime condizioni meteo hanno di fatto impedito di lanciare sonde. Va segnalato che le scale cromatiche usate sono differenti perchè la temperatura superficiale varia da circa 25°C nei bacini sud-orientali a circa 19°C nel Mar Ligure.

Si possono identificare i seguenti principali transetti:

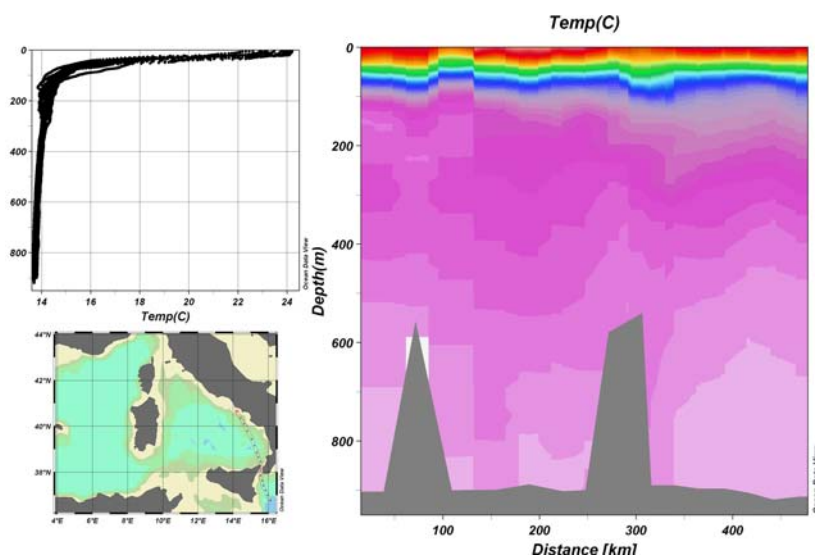


Figura 6.4.1. Sezione da Napoli a Capo Passero, attraverso lo Stretto di Messina.

Appare chiara la differenza di quota di inizio del termoclino nei due bacini (Mar Tirreno sud-orientale, con ulteriore suddivisione tra le parti di fronte a Campania e Calabria, e Mar Ionio nord-occidentale), lo spessore dello strato immediatamente sottostante.

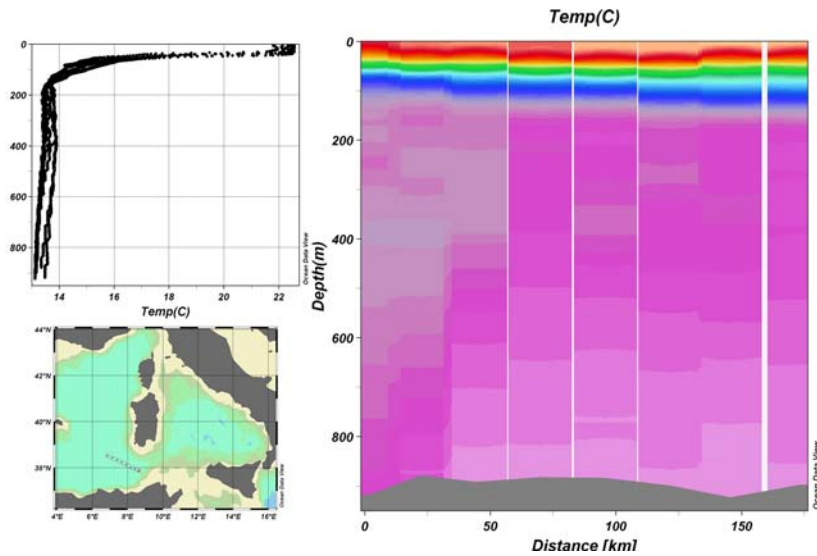


Figura 6.4.2. Sezione dalla piattaforma Africana nella regione nord della Tunisia, di fronte alla Sardegna.

E' da segnalare la presenza di acqua con caratteristiche termiche distinte man mano che la distanza dalla costa africana aumenta (circa 13.1°C al di sotto dei 600 m).

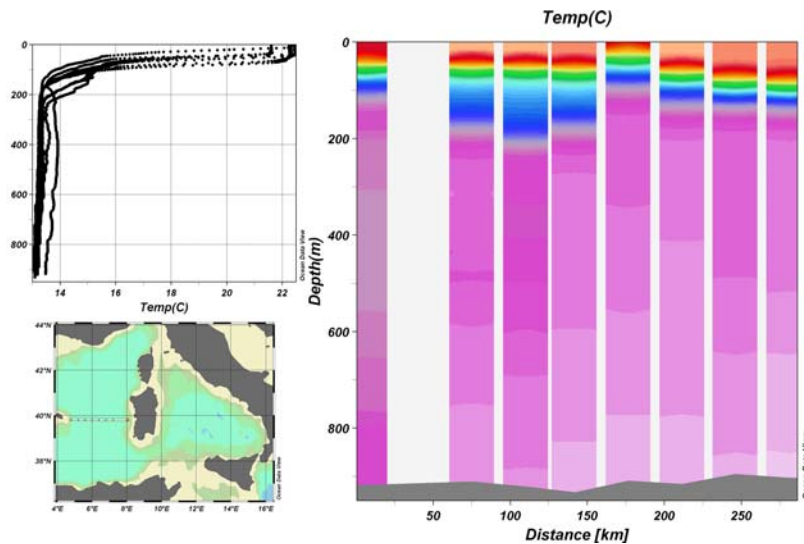


Figura 6.4.3. Sezione dalla Corsica verso il correntometro posto da Oristano alle isole Baleari.

E' evidente una struttura ben formata nella parte centro-orientale del transetto. Questi profili integrano le osservazioni raccolte con i profili CTD.

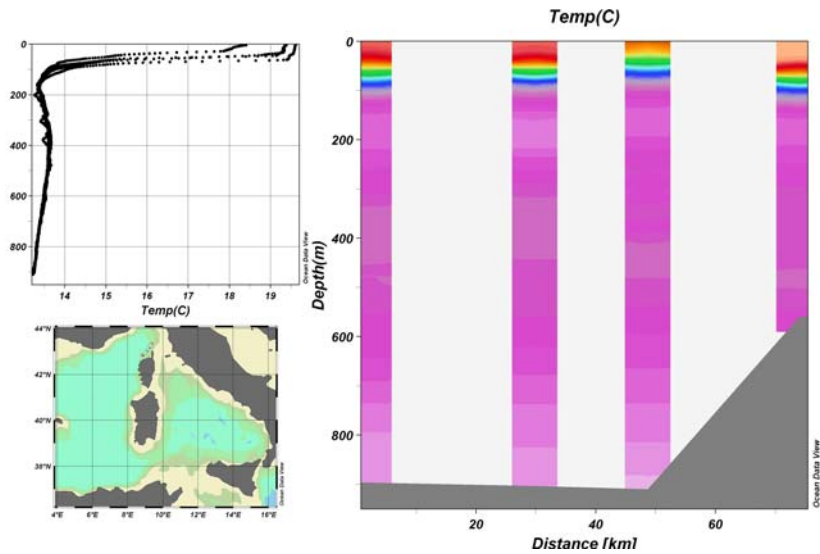


Figura 6.4.4. Sezione dalla Corsica verso il correntometro posto tra Cap Corse e l'isola di Capraia .

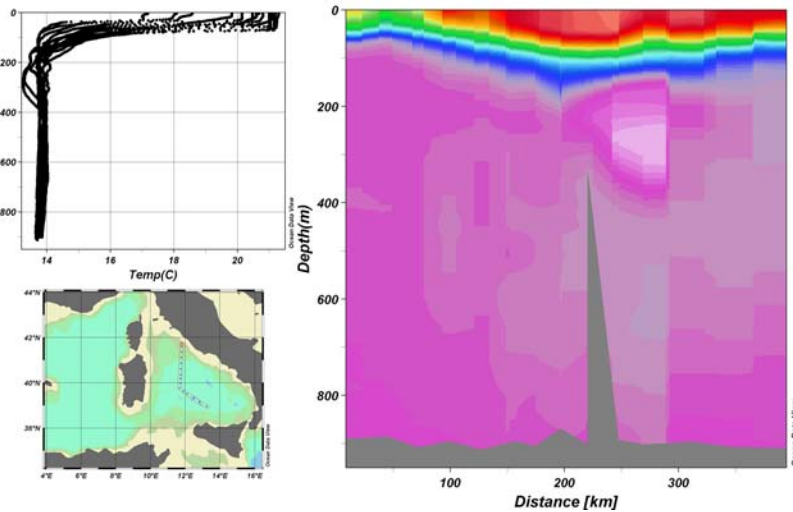


Figure 6.4.5 Sezione dalla dall'Isola d'Elba verso la stazione GEOSTAR.

In seguito alle avverse condizioni atmosferiche, è presente un forte rimescolamento nello strato superficiale abbinato ad una diminuzione della temperatura dell'acqua. E' ben evidente una struttura in centro al Tirreno meridionale settore occidentale.

6.5 Proprietà ottiche delle masse d'acqua mediterranee in relazione alla biomassa autotrofa e alla composizione dei popolamenti fitoplanctonici

In figura 6.5.1 vengono mostrati i profili dell'irradianza ascendente, discendente e scalare, effettuati alla stazione 227 riportati come percentuale del rapporto tra le diverse componenti dell'irradianza rispetto al globale.

In figura 6.5.2 sono riportate le misure di irradianza spettrale a diverse profondità con spettrometro LICOR-LI1800UW eseguite alla stazione 227.

In figura 6.5.3 sono riportati i profili verticali di irradianza PAR, UV-A, UV-B e fluorescenza naturale ottenuti con profilatore PUV 510B.

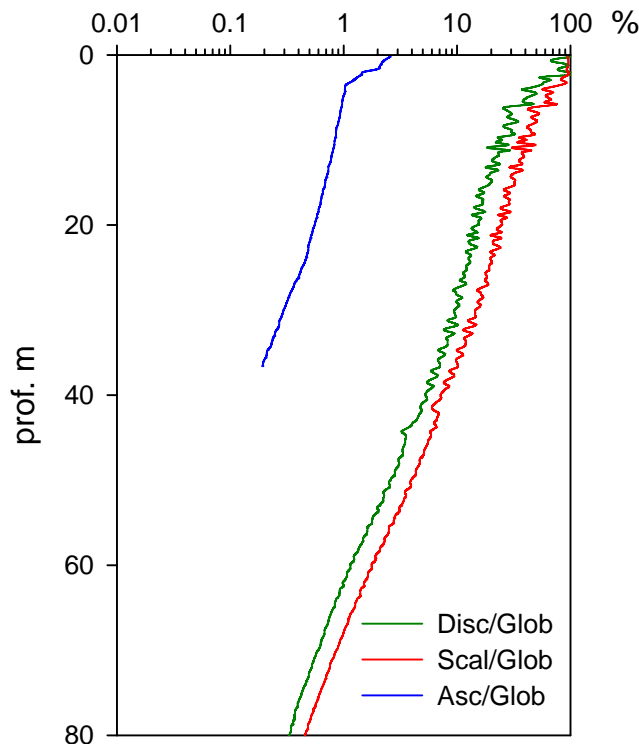


Figura 6.5.1 – Profili dell'irradianza ascendente, discendente e scalare nella stazione 227 (13/10/07, alle ore 12:00 ca.) calcolati come percentuale del rapporto con l'irradianza globale.

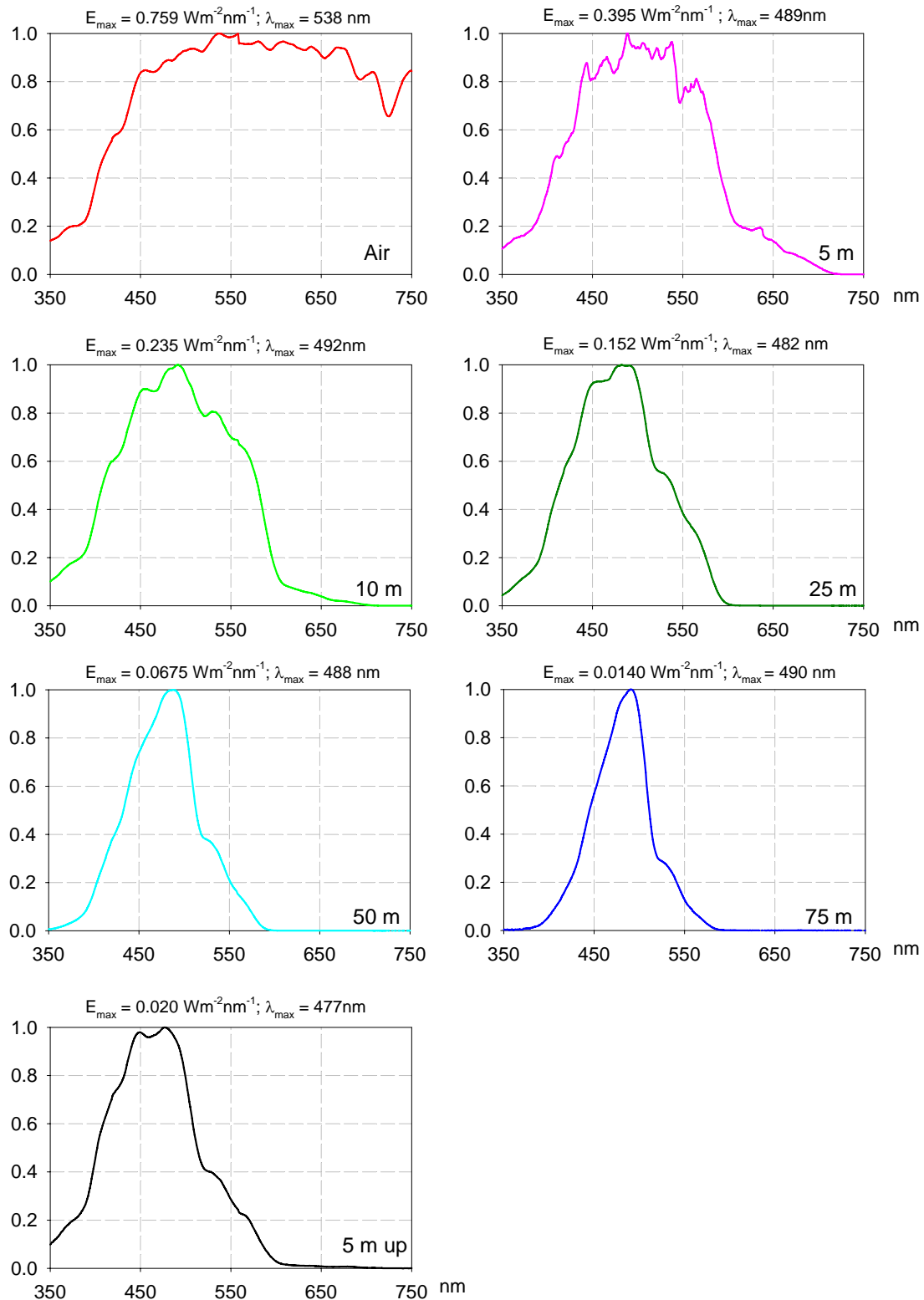


Figura 6.5.2 – Irradianza spettrale discendente ed ascendente (5m up) misurata nella stazione 227 a diverse profondità. Ogni spettro è stato normalizzato rispetto al massimo. Sono riportati anche i valori massimi di energia e la rispettiva lunghezza d'onda.

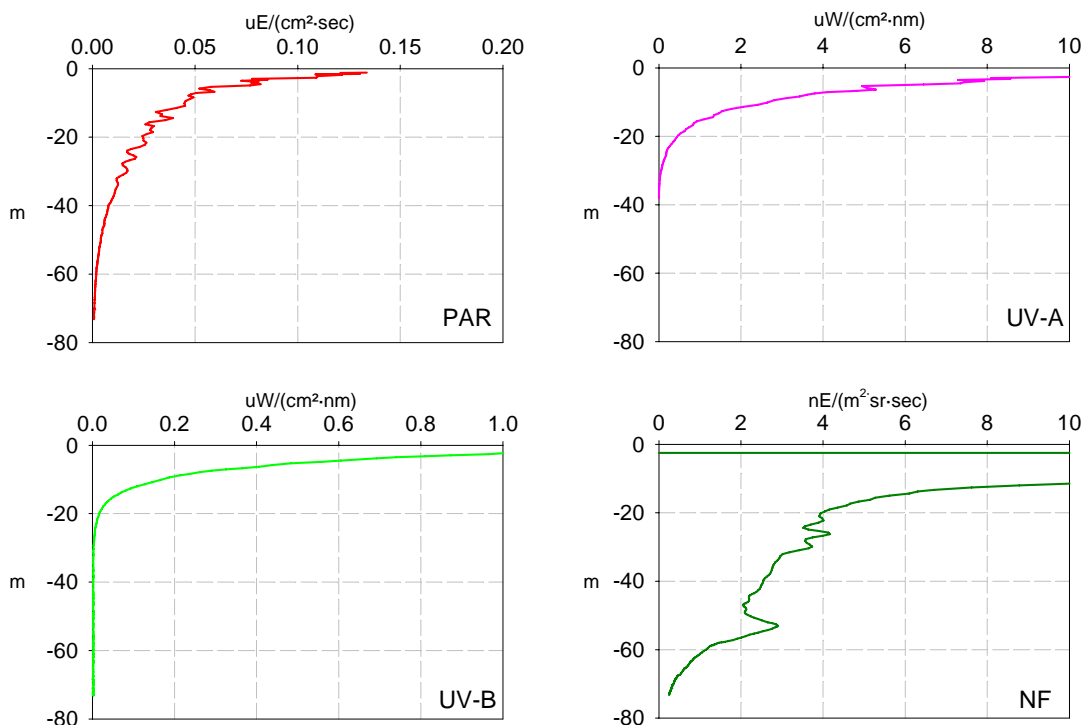


Figura 6.5.3 – Profili verticali di fluorescenza naturale (NF) e di irradianza discendente PAR, UV-A e B misurati nella stazione 227 (13/10/07, alle ore 12:00 ca.).

Le misure dell'irradianza così ottenute saranno messe in relazione con le diverse componenti che svolgono un ruolo chiave nell'assorbimento della radiazione solare: fitoplancton, detrito e gilvina (CDOM) e quindi confrontate con: le analisi della composizione pigmentaria fitoplanctonica effettuate per via spettrofotometrica e cromatografica (HPLC); la composizione tassonomica dei campioni fitoplanctonici ottenuta attraverso l'osservazione al microscopio ottico e la struttura chimico - fisica della colonna d'acqua (densità, temperatura e fluorescenza *in vivo* da sonda multiparametrica CTD).

Nelle stazioni, sono stati anche prelevati campioni di acqua a diverse profondità nella colonna, stabilite in base all'analisi dei profili di temperatura, salinità, ossigeno e fluorescenza forniti dalla sonda CTD.

I campioni di acqua prelevati sono stati suddivisi in diverse frazioni.

1. Una prima frazione di 4 L è stata filtrata utilizzando filtri GF/F Whatman (\varnothing 47 mm) per l'analisi spettrofotometrica dei nutrienti (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^- ; 50 mL di campione fissati con $HgCl_2$), della gilvina (100 mL di campione fissati con NaN_3) e per l'analisi dei

pigmenti fotosintetici (spettrofotometrica, spettrofluorimetrica e tramite HPLC; filtro GF/F conservato a -20°C).

2. Una seconda frazione di 4 L è stata filtrata su GF/F (\varnothing 25 mm; filtro conservato a -20°C) per l'analisi dell'assorbimento del particolato che verrà svolta in laboratorio con spettroradiometro LI-1800UW associato a sfera integratrice; le letture di riflettanza e trasmittanza, prima e dopo trattamento con metanolo che sottrae la componente fitoplanctonica, permettono di discriminare l'assorbimento del fitoplancton e del detrito.
3. Una terza frazione di 4 L è stata filtrata su filtri GF/F (\varnothing 47 mm; filtro conservato a $+4^{\circ}\text{C}$) precedentemente essiccati e pesati, per l'analisi dei solidi sospesi.
4. Una quarta frazione di 4 L è stata filtrata su GF/F (\varnothing 25 mm; filtro conservato a -20°C) per l'analisi delle ficobiline (pigmenti caratteristici di alcuni gruppi fitoplanctonici).

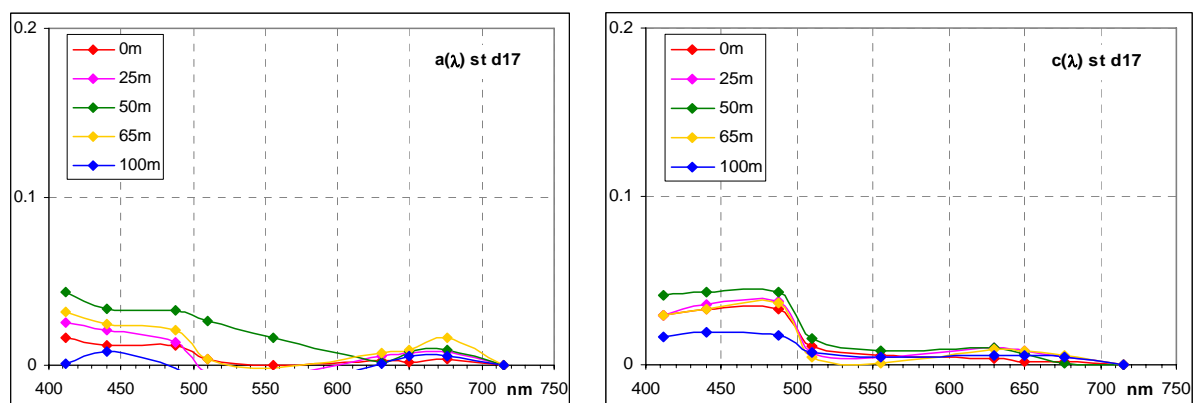


Figura 6.5.4: spettri dei coefficienti di assorbimento $a(\lambda)$ ed attenuazione $c(\lambda)$ relativi ai campioni di 0,25,50,65 e 100m della stazione d17.

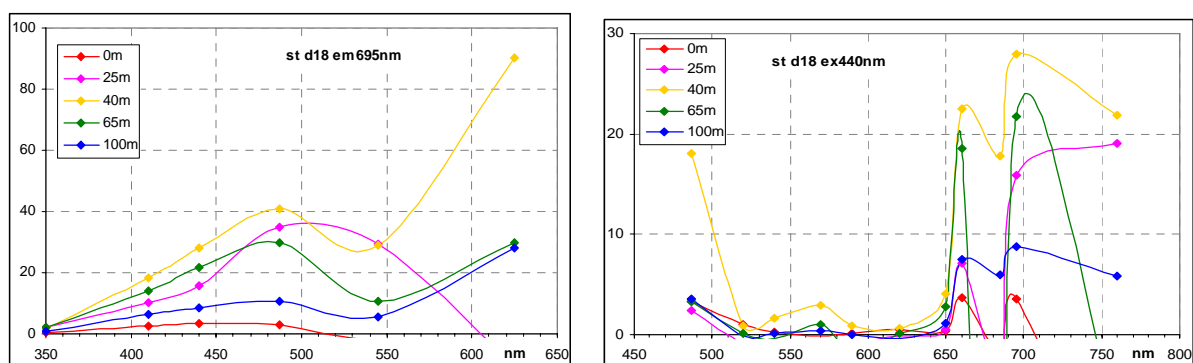


Figura 6.5.5: spettri di eccitazione (con emissione a 695nm) ed emissione (con eccitazione a 440nm) di fluorescenza della clorofilla a relativa alla stazione d18.

Ulteriori frazioni non filtrate sono state prelevate per l'analisi del popolamento fitoplanctonico al microscopio ottico invertito (250 ml di campione fissati con formaldeide al 37%) e per l'analisi di N e P totali (100 ml di campione fissati con HgCl_2).

Infine, una frazione di campione non filtrato (300 ml circa) è stato utilizzato per effettuare le misure dei coefficienti di assorbimento $a(\lambda)$ ed attenuazione $c(\lambda)$ (spettrofotometro ac-9, figura 6.5.4) e degli spettri di eccitazione ed emissione di fluorescenza (fluorimetro SAFire, figura 6.5.5) del mezzo acquoso.

In tabella 6.5.1 sono riportate le stazioni campionate e le analisi eseguite.

N. stazione	Nutr/Chl Fitopl	Spettrorad/ Fotosonda/ PUV	Assorb. Particellato e Gilvina	Ficob Sol.Sosp.	SAFire	AC9
NK2	X	-	X	-	-	-
KM3	X	-	X	-	X	X
K2	X	-	-	-	-	-
432	X	-	-	-	-	-
406	X	-	-	-	-	-
438	X	-	-	-	-	-
451	X	-	X	-	-	X
462	X	-	-	-	-	-
460	X	-	X	-	-	X
436	X	-	-	-	-	-
410	X	-	-	-	X	-
212	X	-	-	-	-	-
214	X	-	-	-	X	-
217	X	-	-	-	-	-
219	X	-	-	-	-	-
221	X	-	-	-	-	-
223	X	-	-	-	X	-
225	X	-	-	-	-	-
227	X	X	X	X	-	X
229	X	-	-	-	X	-
231	X	-	X	-	-	X
251	X	-	-	-	-	-
271	X	-	-	-	-	-
291	X	-	-	-	-	-
D13	X	-	-	-	-	-
D14	X	-	-	-	X	-
D15	X	X	X	X	-	X
D16	X	-	-	-	-	-
D17	X	-	X	-	-	X
D18	X	-	-	-	X	-

V1	X	X	X	X	-	X
V2	X	-	X	-	-	X
V3	X	-	-	-	X	-
S19	X	-	-	-	X	-
S18	X	-	X	-	-	X
S16	X	-	-	-	-	-
S14	X	-	-	-	-	-
S12	X	-	-	-	X	-
S10	X	-	X	-	X	X
S8	X	X	X	X	-	X
S6	X	-	-	-	X	-
S4	X	-	-	-	-	-
S2	X	-	-	-	-	-
B7	X	-	X	-	-	X
B6	X	-	X	-	-	X
B5	X	-	-	-	X	-
B4	X	-	-	-	-	-
B3	X	-	-	-	-	-
B2	X	-	-	-	X	-
B1	X	-	-	-	-	-
L14	X	-	-	-	-	-
L12	X	-	X	-	-	X
DyF	X	-	X	-	X	X
906	X	-	-	-	-	-
904	X	-	-	-	-	-
902	X	-	X	-	-	X
900	X	-	-	-	X	-
901	X	-	-	-	X	-
903	X	-	-	-	X	-
905	X	-	X	-	-	X
907	X	-	-	-	-	-
908	X	-	-	-	-	-
909	X	-	-	-	-	-
911	X	-	X	X	-	X
913	X	-	-	-	X	-
A2	X	-	X	X	-	X
A3	X	-	-	-	X	-
107	X	-	-	-	-	-
108	X	-	-	-	-	-

109	X	-	-	-	-	-
110	X	-	-	-	-	-
111	X	-	-	-	-	-
51	X	X	X	X	X	X
GEOSTAR	X	-	-	-	X	-
50	X	X	X	X	X	X
49	X	-	-	-	-	-

Tabella 6.5.1 – Stazioni rilevate durante la campagna MEDOCC 07.

6.6 Stima della produzione primaria mediante fluorimetro a doppio impulso

Il Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina dell'Università della Tuscia ha apportato il suo contributo effettuando misure *in situ* di variabili ambientali (sia biotiche che abiotiche) per lo studio della produzione primaria e di grandezze che rappresentano la “capacità produttiva” del sistema eufotico.

Durante questa campagna oceanografica ha effettuato misure con la batisonda PrimProd 1.08, un fluorimetro a doppio impulso realizzato dall'Istituto di Biofisica dell'Università di Mosca (Antal *et al.* 1999, Antal *et al.* 2001). I dati ottenuti saranno utilizzati all'interno del modello Phyto VFP, per la stima della produzione primaria.

Cenni sul Modello semi-empirico Phyto VFP

Il modello Phyto VFP è stato derivato dagli algoritmi della batisonda PrimProd 1.08. Questo modello è stato realizzato appositamente per utilizzare i dati di efficienza fotosintetica raccolti con il metodo della fluorescenza attiva (Marcelli *et al.* 1997; Nardello *et al.* 2003), attraverso una scomposizione della relazione P/I in tre regioni linearizzate, secondo il valore di PAR subacquea alle varie profondità (z).

Il modello viene applicato sulle misure effettuate in profilo batisonda PrimProd 1.08. Da questo modello si ricavano i profili di Produzione Primaria (PP) che vengono integrati per lo spessore della zona eufotica e per la durata del periodo di illuminazione giornaliero per unità di superficie ($\text{mg C/m}^2 \text{ d}$).

Risultati preliminari

Durante la crociera oceanografica MedOcc07-MedCO07 abbiamo eseguito misure con la fotobatisonda PrimProd 1.08 e preso campioni d'acqua da cui estrarre in laboratorio i valori di concentrazione della clorofilla α .

La fotobatisonda PrimProd 1.08 è una piattaforma in grado di eseguire misure di:

- profondità;
- temperatura;
- irradianza;

- fluorescenza tramite tecnica *pump and probe*, che consiste in una sequenza di due flash a intervalli e intensità differenti in grado di stimolare la risposta in fluorescenza del popolamento presente. La tecnica *pump and probe* ci permette di ottenere un parametro fondamentale del popolamento presente e consiste nella massima resa quantica, ossia la percentuale di luce che può essere utilizzata nella reazione di fotosintesi.

La misura della concentrazione della clorofilla, verrà eseguita in laboratorio mediante spettrofotometria , permettendoci successivamente di calibrare il sensore di fluorescenza.

Durante questa campagna oceanografica prevediamo un totale di circa 50 campioni di clorofilla a differenti quote.

In figura 6.6.1 possiamo vedere il grafico dei valori grezzi di fluorescenza F0 ed Fmax relativi alla stazione .S4. E' possibile verificare come il punto di massima fluorescenza corrisponda per entrambi i parametri con il DCM alla quota degli 80 m circa.

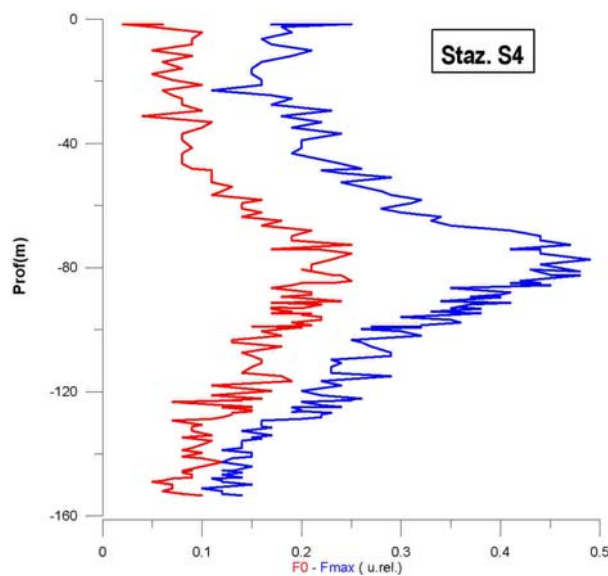


Figura 6.6.1

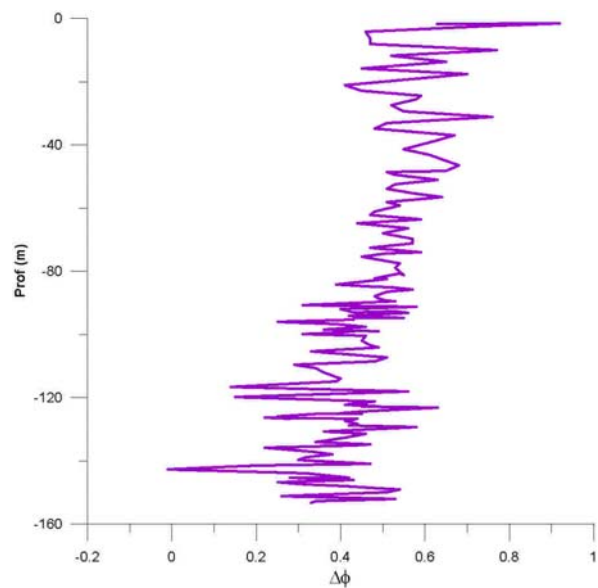


Figura 6.6.2

In figura 6.6.2 si può seguire l'andamento della massima resa quantica, ottenuta dalla seguente formula:

$$\Delta\phi = (F_{\max} - F_0) / F_{\max}$$

Nella figura 6.6.3 viene riportato l'andamento somilogaritmico dell'irradianza, da questo dato possiamo stimare il coefficiente di estinzione medio lungo la colonna d'acqua.

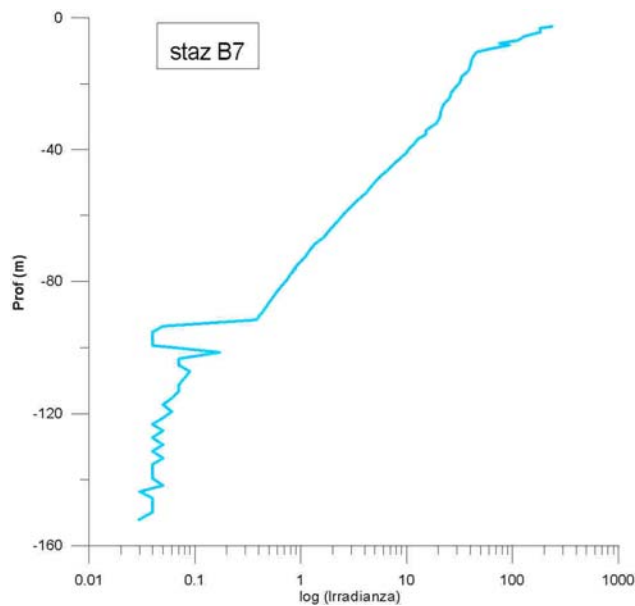


Figura 6.6.3

Una volta ottenuti i valori di concentrazione della clorofilla e dopo calibrazione in laboratorio, sarà possibile introdurre i dati di fluorescenza, massima resa quantica, coefficiente di estinzione e luce in un modello semi empirico per la stima della produzione primaria *in situ*, chiamato PHYTO-VFP.

Grazie a questo modello saremo in grado di fare previsioni fino a 24 ore delle variazioni di produzione primaria, di fornire dati di produzione puntuali ed integrati nella colonna d'acqua fino alla profondità eufotica. Questo ci permetterà di caratterizzare la produzione primaria legata alle principali strutture a mesoscala presenti nel bacino e successivamente confrontare i risultati del modello PHYTO-VFP con i dati da satellite.

Ringraziamenti

Il personale scientifico imbarcato per la campagna MedOcc07-MedCO07 desidera ringraziare il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) che ha reso la N/O URANIA disponibile per la campagna e il Comandante Lubrano Lavadera Vincenzo, gli Ufficiali e l'Equipaggio della N/O URANIA senza i quali questo lavoro non sarebbe stato possibile.

Gran parte dei grafici e delle analisi presenti in questo rapporto sono stati realizzati con il programma freeware ODV – Ocean Data View realizzato e aggiornato dal Dr R. Schlitzer (<http://www.awi-bremerhaven.de/GEO/ODV/2006>).

La campagna e' stata finanziata dai progetti:

SIGLA - Sistema Integrato per la Gestione delle Lagune e dell'Ambiente marino costiero, sottoprogetto 3: Modello.

VECTOR - VulnErabilità delle Coste e degli ecosistemi marini italiani ai cambiamenti climaTici e loro ruolO nei cicli del caRbonio mediterraneo sottoprogetto DIVCOST.

Infine la campagna rientra nella strategia internazionale del:

- GOOS - Global Ocean Observing System: affronta tre momenti dell'oceanografia operativa: misure, monitoraggio e modellistica. GOOS è sponsorizzato dal: IOC, WMO, UNEP ed ICSU;
- MOON - Mediterranean Ocean Operational Network: associazione che lavora nell'ambito dell'oceanografia operativa (GMES, GOOS) a livello europeo;
- GNOO – Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa: associazione che lavora nell'ambito dell'oceanografia operativa (GMES, GOOS) a livello italiano;
- MedGOOS - Mediterranean Global Ocean Observing System: associazione fondata sotto l'auspicio dell'UNESCO/IOC per fornire un supporto al GOOS nel Mediterraneo;
- EuroGOOS - European Global Ocean Observing System: è la parte del GOOS Europeo. Riguarda un programma tra nazioni per scambi di dati ed informazioni marine a livello europeo;
- MFS progetto internazionale all'interno del GOOS con l'obiettivo di fornire un prodotto operativo nel Mediterraneo. Nell'ambito del progetto sono stati sviluppati modelli numerici di previsione della circolazione marina nel Mediterraneo occidentale. Le sonde XBT sono state fornite all'interno della collaborazione con gli istituti che collaborano nell'MFS nell'ambito della componente VOS (Volunteer Observing Ships) di MFS.